



VODOHOSPODÁRSKY SPRAVODAJCA

5-6 / 2020

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie







DUNAJ JE RIEKA, KTORÁ SPÁJA

Dunaj je druhá najdlhšia rieka v Európe a spája najviac krajín sveta. Spolu so svojimi prítokmi je zdrojom rôzneho využitia vody, ako napríklad zásobovanie pitnou vodou, závlahy pre poľnohospodárstvo, priemyselné využitie vody a výroba elektrickej energie, rybolov, turistika a rekreačné

účely, vodná doprava a je aj recipientom na vypúšťanie odpadových vôd. Dunajský región je charakteristický aj mnohými prírodnými oblasťami vrátane mokradí a záplavových oblastí s vysokou environmentálnou hodnotou. Dunajský región je domovom pre takmer 81 miliónov obyvateľov rôznych kultúr, jazykov a histórií.

Rieka Dunaj pramení v Čiernom lese v Nemecku. Dunaj preteká alebo tvorí časť hranice 10 krajín: Nemecko, Rakúsko, Slovensko, Maďarsko, Chorvátsko, Srbsko, Bulharsko, Rumunsko, Moldava a Ukrajina. K povodiu Dunaja patrí čiastočne aj 9 ďalších krajín: Česko, Slovinsko, Bosna a Hercegovina, Čierna Hora, Švajčiarsko, Taliansko, Poľsko, Severné Macedónsko a Albánsko. Dunaj má dĺžku 2 778 km a odvodňuje plochu asi 817 000 km². S priemerným ročným prietokom 6,550 m³/s sa Dunaj vlieva do Čierneho mora cez rozsiahlu deltu, ktorá je druhým najväčším mokradovým systémom v Európe. Dunaj má okolo 300 prítokov, medzi ktoré patria napríklad Isar, Inn, Morava, Váh, Raab, Drava, Tisza, Sava, Siret a Prut.

Dunaj a jeho prítoky vytvárajú veľa rôznorodých prírodných biotopov vrátane spleti vodných útvarov, potokov a kanálov, lužných lesov, nív, zamokrených lúk, jazier, štrkových ostrovov, piesčitých brehov a unikátneho biotopu dunajskej delty na pobreží Čierneho mora.

Pre Slovensko má Dunaj mimoriadny význam, pretože jeho infiltráciou vznikli unikátne zdroje a zásoby pitnej vody v mnohých oblastiach Žitného ostrova bez nákladov na špeciálnu úpravu. Tieto zásoby sú však veľmi zraniteľné, a to najmä z hľadiska vplyvu starých záťaží, priemyslu, poľnohospodárstva, vypúšťania odpadových vôd, lodnej dopravy a iných vplyvov. Okrem znečistenia Dunaj ohrozujú aj fyzikálne zmeny, ktorých vplyvy vstupujú tiež do hodnotenia stavu povrchových vôd v zmysle európskych predpisov.

Rok 2020 je významný nielen z aspektu osláv Dňa Dunaja, ale predovšetkým z pohľadu prípravy aktualizácie Plánu Manažmentu Povodia Dunaja, v ktorom najdôležitejšou časťou je návrh programu opatrení na zlepšenie stavu vodných útvarov povrchových, ale aj podzemných vôd. Zároveň sa Slovensko podieľa aj na príprave Medzinárodného Plánu Manažmentu Povodia Dunaja pod gesciou Medzinárodnej komisie pre ochranu Dunaja vo Viedni.

Ing. Ľubica Kopčová, PhD.
predsedníčka Výkonnej rady ZZVH na Slovensku
generálna riaditeľka VÚVH

© Vodohospodársky spravodajca

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie / ročník 63

Vydavateľ: Združenie zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, IČO: 30 841 721, tel.: +421 (0)2 59 343 336, www.zzvvh.sk

Redakcia: Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, tel.: +421 (0)2 59 343 322, mobil: +421 905 594 435, e-mail: hucko@vuvh.sk, maria.rimarcikova@vuvh.sk

Redakčná rada: Ing. Marián Bocák, Ing. Stanislav Dobrotka, Ing. Danka Thalmeinerová, Ing. Ingrid Grundová, Ing. Pavel Hucko, CSc. (predseda), doc. Ing. Ľuboš Jurík, PhD., Ing. Danica Lešková, PhD., RNDr. Oľga Majerčáková, CSc., Ing. Jana Poórová, PhD., Ing. Peter Rusina, Ing. Andrej Šille, prof. RNDr. Ivona Škultétyová, PhD., Ing. Gabriel Tuhý, Dr. Ing. Antonín Tůma, RNDr. Andrea Vranovská, PhD.

Dátum vydania: máj 2020

Zodpovedný redaktor: Ing. Mária Rimarčíková

Grafické spracovanie a tlač: Polygrafické centrum, www.polygrafcentrum.sk

Príspevky sú recenzované.

Ďalšie šírenie článkov alebo ich častí je dovoľené iba s predchádzajúcim súhlasom vydavateľa.

Pravidlá písania do Vodohospodárskeho spravodajcu nájdete na www.zzvvh.sk

Informácie o spracúvaní osobných údajov poskytované podľa čl. 13 a 14 Nariadenia nájdete na stránke www.zzvvh.sk

Evidenčné číslo: EV 3499/09

ISSN: 0322-886X



Foto na 1., 2. a 4. strane obálky: Dunaj a jeho ramenná sústava, archív SVP, š. p.

3 Úvodník Editorial I. Kopčová

5 DANUBE parks CONNECTED DANUBE parks CONNECTED D. Thalmeinerová

6 Cena vody za rok 2020 bola udelená odborníkovi na podzemnú vodu Dr. Johnovi Cherrymu Groundwater expert, Dr. John Cherry, is awarded the Stockholm Water Prize 2020 D. Thalmeinerová

7 Krátka exkurzia do švajčiarskeho priehradného staviteľstva A short excursion to dam engineering in Switzerland E. Bednárová

13 Súčasný stav a zhodnotenie poloprevádzkových skúšok v ÚV Rozgrund The present state and evaluation of pilot tests at the Rozgrund Water Treatment Plant D. Barloková, J. Ilavský, V. Šimko, O. Kapusta

18 Zhodnotenie kalendárneho roka 2019 z hľadiska podzemnej vody Assessment of the year 2019 in terms of groundwater V. Slivová, E. Kullman, Z. Paľušová

22 Odstraňovanie nelegálnych objektov z pobrežných pozemkov vodnej stavby Veľká Domaša Removal of illegal objects near the Domaša water reservoir M. Bocák, E. Kolesárová

24 Odstraňovanie sedimentov z plavebnej dráhy v zdrži Hrušov Vodného diela Gabčíkovo Removal of sediments from waterway in the Hrušov water reservoir of the Gabčíkovo Water Structure I. Dvořák, Z. Kozel, T. Nagy, P. Ščasný

29 Zanášanie Vodného diela Gabčíkovo Sedimentation in the Gabčíkovo Water Structure R. Rajniak

33 Možnosť využitia somatických kolifágů při hodnocení mikrobiální kontaminace vod Possibilities of using somatic coliphages in evaluation of microbial contamination of water J. Zuzáková, J. Říhová Ambrožová, J. Kofroňová

38 Normy STN Slovak technical standards D. Borovská

39 Predstavenie knihy: Režim povodní v povodí rieky Dunaj Book presentation: Flood regime of rivers in the Danube River basin P. Pekárová, P. Miklánek

DANUBE parks CONNECTED

Ing. Danka Thalmeinerová, Csc.

Ministerstvo životného prostredia SR, sekcia vody

Rieka Dunaj je zelenou tepnou života v strednej Európe, ktorá hostí veľmi hodnotnú biologickú diverzitu. Dunaj funguje ako nevyhnutný koridor Európy. Za posledných 20 – 30 rokov sa fragmentácia ekosystémov stala hlavnou hrozbou pre biodiverzitu v Európe. Chránené územia pozdĺž Dunaja sú významné prírodné lokality a ich cezhraničná ochrana je rozhodujúca pri ochrane veľkých ekosystémov. Iba nadnárodná spolupráca môže obnoviť a zachovať prepojenosť biotopov pozdĺž najväčšej rieky Európy.

DANUBE parks CONNECTED predstavuje integračný prístup, ktorý je kľúčom rozvoja zelenej infraštruktúry. Projekt DANUBE parks CONNECTED spája chránené územia 9 podunajských krajín. Jeho cieľom je vytvoriť a propagovať významnosť koridoru dunajských biotopov. Dôraz projektu na spoluprácu sa dotýka nielen rôznych sektorov hospodárstva, ale aj verejnosti. Je podporovaný prostredníctvom Stratégie EÚ pre podunajskú oblasť (EU Strategy for Danube Region) i Medzinárodnej komisie pre ochranu Dunaja (ICPDR). Za slovenskú stranu sa dvojročného projektu zúčastňovali Štátna ochrana prírody SR a Bratislavské regionálne ochranárske združenie (BROZ).

Projekt sa zaoberal prepojením dunajských chránených území za účelom vytvorenia dunajského biotopového koridoru. Hlavné princípy koridoru Dunaja spočívajú v prepojení všetkých ekologických prvkov: **DANUBE FREE SKY** (vzdušný prvok), **WILDIsland** (vodný prvok), **HABITAT and FOREST Corridor** (pôdny prvok).

Ochranári, ako aj milovníci vtáctva (birdwatchers) považujú dunajské ostrovy (wild islands) za kľúčové biotopy. Dunaj je tiež medzinárodnou vodnou cestou, ktorá robí spoluprácu medzi oboma sektormi – ochranou a navigáciou – mimoriadne dôležitou. Dunajské ostrovy, od ktorých závisí prežitie nespočetných druhov, sú vynikajúcimi ukazovateľmi dynamickej riečnej morfológie a ekologických základov rozvoja zelenej infraštruktúry. Partneri projektu spracovali dynamickú databázu viac ako 900 dunajských ostrovov (ekokoridorov). Tento online súpis dunajských ostrovov je vizualizovaný a zdieľaný prostredníctvom **WILDIsland** Online, prvej interaktívnej databázy ostrovov pozdĺž celého Dunaja, založenej na mapách. Platforma kategorizuje ostrovy podľa ich prirodzeného charakteru, od ostrovov s úplne prírodnou divočinou (kategória

A) a hodnotných ostrovov s potenciálom obnovy (kategória B) až po ostrovy, ktoré sú silne vystavené ľudskému vplyvu (kategória C). Inventár preto poskytuje dôležitý prehľad o stave koridoru dunajského divokého ostrova.

Druhým dôležitým prvkom projektu bolo zmapovať nebezpečné prekážky, ktoré predstavujú stovky elektrických vedení prechádzajúcich cez prírodné oblasti. Kolízie vtákov s elektrickými vedeniami spôsobujú úmrtnosť mnohých vtákov pozdĺž Dunaja. Keďže táto sieť elektrických vedení sa zahusťuje, je potrebné implementovať zmierňujúce opatrenia proti ich negatívnemu vplyvu na vtáčiu faunu. Cieľom projektu v rámci **FREE SKY** prvku bolo otvoriť dialóg medzi sektormi ochrany prírody a energetikou. V rámci pilotných aktivít sa označovali nebezpečné miesta elektrických rozvodov, ktoré zamedzujú kolízi s vtáctvom.

Ďalšie aktivity sa týkali suchozemských biotopov pozdĺž Dunaja a okolitých lesov. Na slovenskej strane šlo o prepojenie a prehĺbenie ramena Dunaja v území NATURA2000 Mužlianska sihoť odľahčením sedimentov, o následné odstránenie invázičných druhov a obnovu prirodzeného porastu lužného lesa. Návrh spôsobu sprietočnenia vychádza zo štúdie obnovy laterálnej konektivity ramena Dunaja na ostrove Mužlianska sihoť, ktorú spracoval Výskumný ústav vodného hospodárstva. Táto štúdia rieši niekoľko scenárov, ktoré sa líšia režimom prúdenia a rôznou prietokovou kapacitou koryta. Po konzultáciách s expertmi na vodný manažment a s SVP, š. p., sa vybral najvhodnejší variant, ktorý splní účel sprietočnenia ramena a vytvorenia ostrova kompletnou realizáciou aktivít na výtokovej časti, ako aj čiastkovými riešeniami v oblasti vtoku. Tak sa obnoví vodný režim v starom zasedimentovanom ramene a vznikne divoký ostrov, ktorý predstavuje spojenie prírodných hodnôt a divočiny s vodným hospodárstvom a plavebným sektorom.

A na záver niečo pre milovníkov cyklistiky: hrádza na prevenciu povodní pozdĺž Dunaja je koridorom nielen pre zvieratá a rastliny, ale aj pre ľudí: čoraz viac turistov využíva Euro Velo 6 na cyklistiku a rekreáciu.

Spracované na základe DANUBE PARKS CONNECTED
<http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/danubeparksconnected>

Cena vody za rok 2020 bola udelená odborníkovi na podzemnú vodu Dr. Johnovi Cherrymu

Ing. Danka Thalmeinerová, Csc.

Ministerstvo životného prostredia SR, sekcia vody

Dr. John Cherry získal cenu vody za rok 2020 za výskum v oblasti podzemnej vody. Počas svojej profesionálnej kariéry Dr. Cherry založil novú oblasť výskumu, ktorá viedla k lepšiemu porozumeniu kontaminácie podzemných vôd, ako aj k efektívnejším metódam riešenia tohto problému.

Je to svetovo uznávaný hydrogeológ a popredná autorita v oblasti výskumu kontaminácie podzemných vôd, je priekopníkom úplne nového odvetvia teoretickej a praktickej vedy týkajúcej sa pochopenia toho, ako sa znečisťujúce látky dostávajú do podzemných vôd a ako sa v prírodnom prostredí pohybujú. Jeho výskum v oblasti hydrogeológie kontaminantov vyvolal revolúciu vo vedeckom chápaní zraniteľnosti podzemných vôd. Vďaka výskumu Dr. Cherryho, ktorý sa vyznačuje inovátívnymi experimentmi, spoluprácou a novými systematickými prístupmi, bolo možné vyvinúť účinnejšie metódy na monitorovanie, kontrolu a čistenie kontaminovanej podzemnej vody. I keď globálna vodná kríza začína získavať viac pozornosti, na podzemnú vodu sa často zabúda, napriek tomu, že tvorí 99% tekutej sladkej vody na planéte.

Mnoho ľudí stále vníma podzemnú vodu ako nedotknuteľný a nevyčerpatelný zdroj, hoci v skutočnosti je podzemná voda vysoko ohrozená ľudskou činnosťou.

Dr. Cherry je profesorom na kanadskej univerzite v Guelphe, riaditeľom konzorcia univerzity pre terénny výskum podzemných vôd a riaditeľom Inštitútu G360 pre výskum podzemných vôd. Je tiež čestným profesorom Emeritus University of Waterloo, spoluzakladateľom inovatívneho projektu pre výskum a výučbu o podzemnej vode (Groundwater Project), v rámci ktorého vedci z celého sveta spolupracujú na bezplatnom uverejňovaní svojich textov. Tu je možný prístup: <https://gw-project.org/about>.

Cenu vody udeľujú od roku 1991, aby tak ocenili úspechy dosiahnuté v činnostiach súvisiacich s vodou. Cenu zvyčajne odovzdáva švédsky kráľ Karol Gustav počas svetového týždňa vody v Štokholme. Oznámenie o udelení ceny je vždy späť s oslavou Svetového dňa vody, ktorý OSN stanovila na 22. marca.



Vodné zrkadlenie, M. Rimarčíková

Krátka exkurzia do švajčiarskeho priehradného stavitel'stva

prof. Ing. Emília Bednárová, PhD.

Slovenská technická univerzita Bratislava, Stavebná fakulta, Katedra geotechniky

Anotácia

Slovenský priehradný výbor spravidla každé dva roky organizuje pre svojich členov krátkodobé študijnoodborné zahraničné cesty s cieľom poznávania úrovne a vyspelosti priehradného stavitel'stva v zahraničí. V roku 2019 sme so 41-člennou skupinou našej organizácie absolvovali takúto cestu do Švajčiarska, do oblasti Valais a Bern, kde sa nachádzajú tie najväčšie a stavebne najpozoruhodnejšie skvosty švajčiarskeho priehradného stavitel'stva. V predkladanom príspevku prezentujeme krátky pohľad do vyspelosti, úrovne a dôvtipu švajčiarskeho priehradného stavitel'stva.

ÚVOD

Švajčiarsko s rozlohou 41-tisíc km² patrí medzi menšie štáty Európy a súčasne je najhornatejšou európskou krajinou. Prevládajúce horské útvary (Švajčiarske Alpy, Švajčiarska plošina a Švajčiarska Jura) sú späté s relatívne nízkou priemernou teplotou, okolo 11,5 °C, a súčasne s vysokým úhrnom zrážok, priemere okolo 1 470 mm ročne. Veľkým prírodným bohatstvom Švajčiarska sú vodné toky alp-skému typu a jazerá, ktorých je tu viac ako 2-tisíc (Wikipédia).

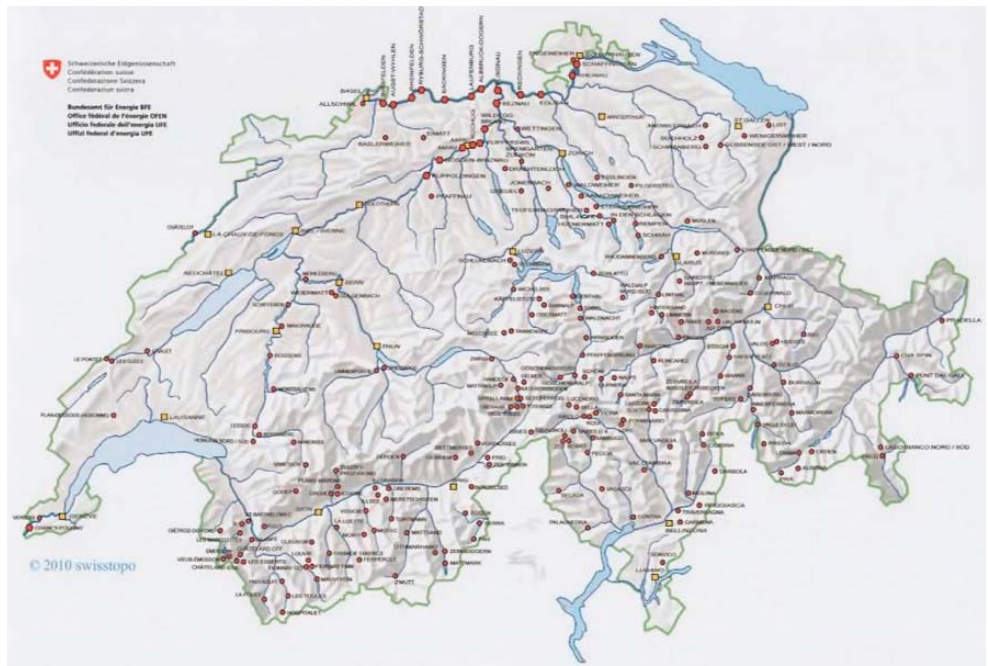
Charakteristika geomorfologickej skladby územia Švajčiarska, jeho vodstva a hydrologických podmienok, evokuje hypotézu, že táto krajina má dostatok vody a nepotrebuje nádrže a priehrady, aby si vytvárala zásoby vody pre obyvateľstvo, priemysel a pod. Avšak práve špecifické geologické, morfológické a hydrologické podmienky prispeli k tomu, že Švajčiarsko patrí medzi popredné krajiny v úrovni, vo vyspelosti, vývoji a výstavbe priehrad na svete.

PRIEHRADNÉ STAVITEL'STVO ŠVAJČIARSKA

Počiatky histórie švajčiarskeho priehradného stavitel'stva siahajú do 19. storočia, keď boli postavené priehrady Wenigerweiher (1822), Rutiweiher (1836), Maigrage (1872), Sternenweiher (1874), Aabachweiher (1883) a Le Chalet (1894). Priehrada Maigrage bola prvou betónovou gravitačnou priehradou v Európe. O pol storočia neskôr na území Švajčiarska postavili prvú klenbovú priehradu Montsalvens. Zo začiatku 20. storočia treba spomenúť betónovú gravitačnú

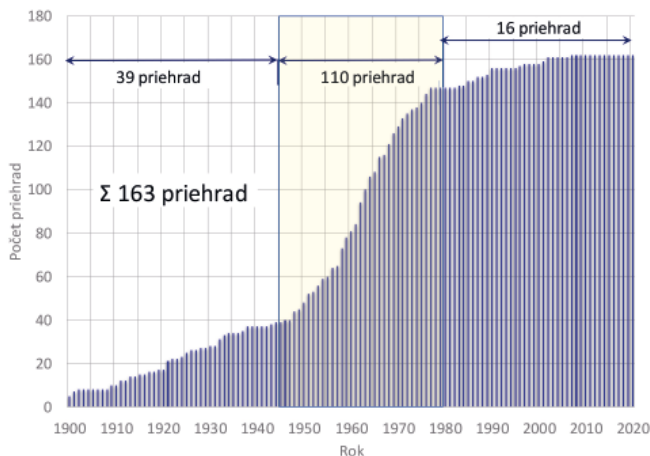
priehradu Schäh (1924), s výškou 112 m, ktorá bola niekoľko desaťročí najvyššou priehradou na svete.

Významným medzníkom v intenzite výstavby priehrad vo Švajčiarsku je rok 1945. Podnetom bol zámer racionálneho využitia hydroenergetického potenciálu vody, ktoré príroda ponúka cez geologické, morfológické a hydrologické podmienky, umocnené vodami z ľadovcov. Prvotné štúdie so zameraním využitia hydroenergetického potenciálu, tzv. zimnej



Obr. 1 Lokalizácia priehrad na území Švajčiarska (zdroj: [2])

energie vody, začali švajčiarski vodohospodári spracovávať už v rokoch 1930 – 32. V princípe šlo o využitie vôd z ľadovcov. V roku 1945 bola spracovaná posledná zo 6 podrobných štúdií so zameraním na: „dostupné hydraulické sily Švajčiarska“ (Les forces hydrauliques disponibles de la Suisse), s posúdením možností zabezpečenia akumulácie vody za účelom výroby zimnej energie v povodiach 8 významných, energeticky využiteľných riek vrátane existujúcich nádrží, postavených

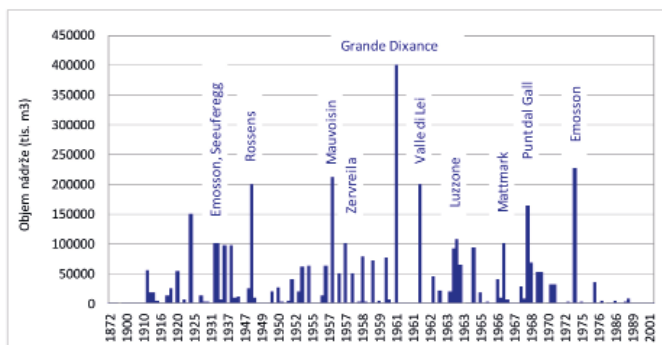


Obr. 2 Postup výstavby priehrad zaradených do registra ICOLD

v 19. storočí, resp. začiatkom 20. storočia [1]. Splnenie tohto výnimočného a ambiciózneho zámeru nebolo možné bez regulovateľných vodných zdrojov – vodných nádrží. O tom, že sa to švajčiarskym vodohospodárom podarilo, svedčí vývoj výstavby priehrad po roku 1945. Z celkového počtu 245 priehrad (obr. 1), z ktorých 163 je zaradených do svetového registra veľkých priehrad – ICOLD (s výškou nad 15 m, resp. s objemom nádrže nad 2 mil. m³), sa v rokoch 1945 – 1980 postavilo 110 priehrad (obr. 2).

Z nich je 23 priehrad vyšších ako 100 m a 4 priehrady majú nad 200 m. Sú to klenbová priehrada Mauvoisin (1951 – 1957) s výškou 237 m, v roku 1990 zvýšená na 250 m s celkovým objemom 211,5 mil. m³, gravitačná betónová priehrada Grande Dixence (1950 – 1961), najvyššia tohto druhu na svete, s objemom 400 mil. m³, klenbová priehrada Luzzzone (1960 – 1963) s výškou 208 m, v roku 1998 zvýšená na 225 m, s objemom nádrže 107 mil. m³, a klenbová priehrada Contra (1963 – 1965), vysoká 220 m, s objemom nádrže 94,1 mil. m³.

Zo spomínaných priehrad s výškou nad 100 m (23), resp. 200 m (4) sú len dve vybudované z miestnych materiálov. Je

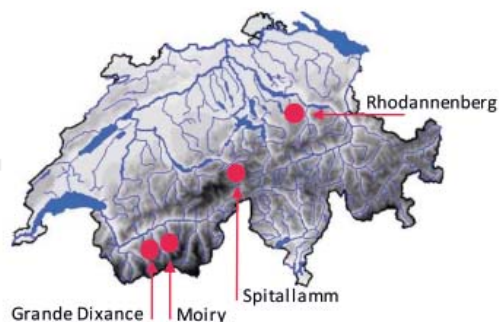


Obr. 3 Prehľad o objemoch švajčiarskych vodných nádrží zaradených do ICOLD

to 155 m vysoká kamenitá priehrada so stredovým tesnením Goscheneralp (1955 – 1962) a 120 m vysoká zemná heterogénna priehrada Mattmark (1960 – 1969). Ostatných 23 priehrad je betónových, pričom až 19 je klenbových a 4 priehrady sú gravitačné betónové. Celkový objem vodných nádrží Švajčiarska je viac ako 4 mld. m³. Medzi najväčšie patria

Grande Dixence (400 mil. m³), Emosson (227), Roseens (200), Mauvoisin (211,5) a Valle di Lei (197, obr. 3).

Potreba výstavby nádrží je zvyčajne determinovaná požiadavkami spoločnosti. Geologické, morfológické a hydrologické podmienky Švajčiarska ponúkajú mimoriadne možnosti na využitie hydroenergetického potenciálu na výrobu elektrickej energie. A tak funkciou prevažnej väčšiny priehrad vo Švajčiarsku je zadržiavanie vody na energetické využitie. Riešenia prepojení jednotlivých zdrojov povrchovej vody z vysokohorských údolí iných povodí, jej prevod štôľňami do vybudovaných vodných nádrží či prečerpávanie vody do vyššie položených nádrží za účelom jej akumulácie na hydroenergetické využitie vo vodných elektrárňach umiestnených v blízkosti údolných riek sú vo švajčiarskom priehradnom stavitelstve obdivuhodné. Uznanie si švajčiarske priehradné stavitelstvo zaslúži aj preto, že väčšina priehrad je vybudovaná v nadmorských výškach nad 1 000, niekedy až nad 2 000 m. Vďaka tomuto úsiliu až 2/3 vyrobenej elektrickej energie vo Švajčiarsku pochádza z obnoviteľného zdroja, z vody. Hydroenergetický potenciál švajčiarskych riek je využitý približne na 75%. Okrem výroby elektrickej energie plnia nádrže aj nemenej dôležitý účel protipovodňovej ochrany, pretože rozkolísanosť prietokov v korytách alpských riek je značná.

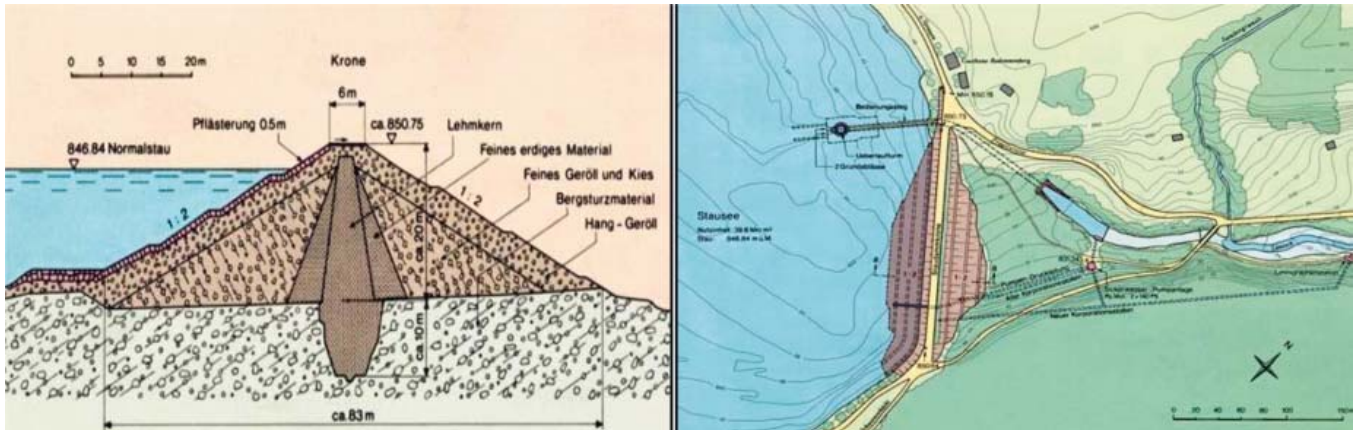


Obr. 4 Schéma hydrologickej mapy Švajčiarska s vyznačením navštívených vodných diel

V rámci krátkodobej študijnoodbornej zahraničnej cesty sme mali možnosť navštíviť pozoruhodné vodné stavby Rhodannenberg, Grande Dixence, Moiry a Spitalamm v oblasti Valais a Bern (obr. 4).

Vodné dielo **Rhoannenberg** postavili v rokoch 1905 – 1908 v kantóne Glarus. Nádrž s objemom 39,8 mil. m³ vznikla prehradením údolia rieky Lontsch zemnou heterogénnou priehradou so stredovým tesnením, vysokou 30 m nad základovou škárou, s dĺžkou v korune 217 m (obr. 5, 6). Kapacita priepadu, ktorý je súčasťou združeného funkčného objektu, je 200 m³.s⁻¹ a kapacita dvoch dnových výpusťov je 46,6 m³.s⁻¹. Pri získanom hydraulickom spáde 372,29 m je inštalovaný výkon vodnej elektrárne 60 MW.

Počas prevádzky vodného diela sa pri plnej nádrži zistili vysoké priesaky, dosahujúce 520 – 550 l/s. Preto tu v rokoch 2002 – 2004 vykonali rozsiahly hydrogeologický prieskum. Na základe získaných výsledkov sa prijali opatrenia, na rekonštrukciu protipriesakových opatrení. V súčasnosti je v pravostrannej oblasti podložia priehrady zabudovaný rozsiahly drenážny



Obr. 5 Priechny profil a situácia VD Rhodannenberg (zdroj [2])



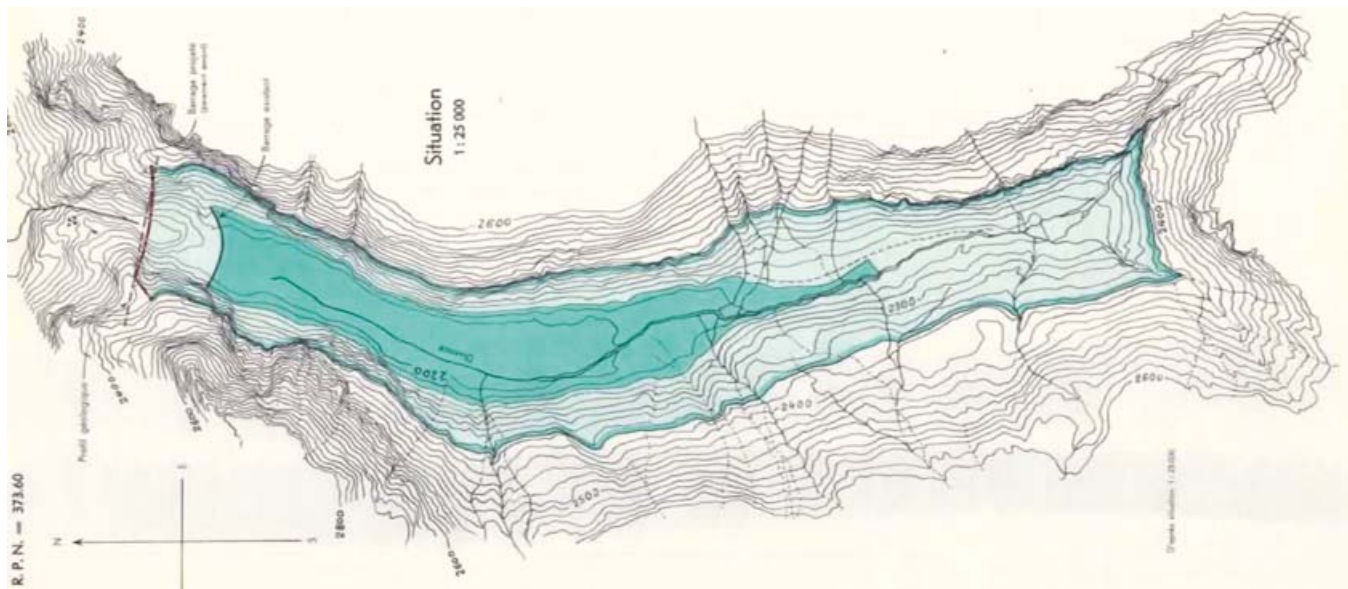
Obr. 6 Pohľad na vodné dielo Rhodannenberg, foto: L. Uhorščák



Obr. 7 Drenážny systém, foto: E. Bednárová

systém (obr. 7), ústiaci do štôlne, z ktorej sa tieto priesakové vody prečerpávajú späť do nádrže. Toto nezvyčajné riešenie mohli švajčiarski vodohospodári prijať vzhľadom na charakter dotknutého horninového prostredia.

Grande Dixance (285 m) je najvyššou betónovou gravitačnou priehradou na svete. Pri krátkom pohľade do histórie sa dozvedáme, že v roku 1922 vznikla spoločnosť Energie Oest Suisse (EOS), ktorá sa zamerala na kanton Valais, kde sa nachádza viac ako polovica švajčiarskych ľadovcov. V roku 1927 získala EOS licenciu na hornú kotlinu rieky La Dixance a v roku 1929 začala s výstavbou gravitačnej vylahčenej betónovej priehrady Dixance. Pri výške 87 m a objeme nádrže 50 mil. m³ bola nádrž v roku 1935 uvedená do prevádzky, aby sa vo vodnej elektrárni (VE) Chandoline pri úctyhodnom spáde 1 747 m začala vyrábať elektrická energia (187 MW). Po 2. svetovej vojne, s nárastom potrieb elektrickej energie, ako aj v súlade so zámermi, obsiahnutými v 6. diele štúdie *Dostupné hydraulické sily Švajčiarska, využívajúce možnosti akumulácie vody pre produkciu zimnej energie v povodí rieky Rhone* začala sa v roku 1950 výstavba priehrady Grande Dixance, ktorú dokončili v roku 1961. Pôvodná nádrž Dixance bola v roku 1957



Obr. 8 Situácia vodného diela Grande Dixance so zatopenou priehradou Dixance (zdroj [1])

vyradená z prevádzky. Priehradu však neodstránili, ale zatopili nádržou Grande Dixance (obr. 8), ktorej objem pri výške priehrady 285 m je 400 mil. m³.

Obdivuhodné sú nielen parametre vodného diela, ale aj nadmorská výška 2 365 m, ktorú dosahuje koruna priehrady. Toto situatívne usporiadanie umožňuje využívať úctyhodné spády na 4 vodné elektrárne (tab. 1).

Tab. 1 Využitie hydroenergetického potenciálu vody akumulovanej v nádrži Grande Dixance

Názov VE	Hydraulický spád brutto (m)	Inštalovaný výkon (MW)
Fionnay	878	360 (6 x 60)
Nendaz	1 008	480 (6 x 80)
Bieudron	1 883	1 395 (3 x 465)
Chandoline	1 747	187 (5 x 37,5)
Spolu		2 422

Treba poznamenať, že vodné dielo Grande Dixance je v oblasti priehradného staviteľstva príkladom významného zvýšenia turistického ruchu danej oblasti. Každoročne ju navštívi tisíce turistov z celého sveta, pretože je čo obdivovať.

prevádzku, s prezentovaním prínosu pre spoločnosť a ochranu životného prostredia. Vkusne je tento informačný systém zakomponovaný aj do útrob telesa priehrady, kde sa prechádzaním kontrolnými štôľňami možno oboznamovať prostredníctvom informačných tabulí s najdôležitejšími parametrami vodného diela, metódami sledovania jeho bezpečnosti a ďalšími zaujímavosťami, ktoré súvisia s jeho prevádzkou.

Tab. 2 Využitie hydroenergetického potenciálu vody akumulovanej v nádrži Moiry

Názov VE	Hydraulický spád brutto (m)	Inštalovaný výkon (MW)
Mottec	685	69
Visoie	439	45
Chippis	590	50
Spolu		164

Vodné dielo **Moiry** v oblasti Valais bolo, podobne ako Grande Dixance, súčasťou štúdie *Dostupné hydraulické sily Švajčiarska, využívajúce možnosti akumulácie vody pre produkciu zimnej energie v povodí rieky Rhone* (obr. 10). Vybudovali ho v rokoch 1954 – 1958 v nadmorskej výške nad

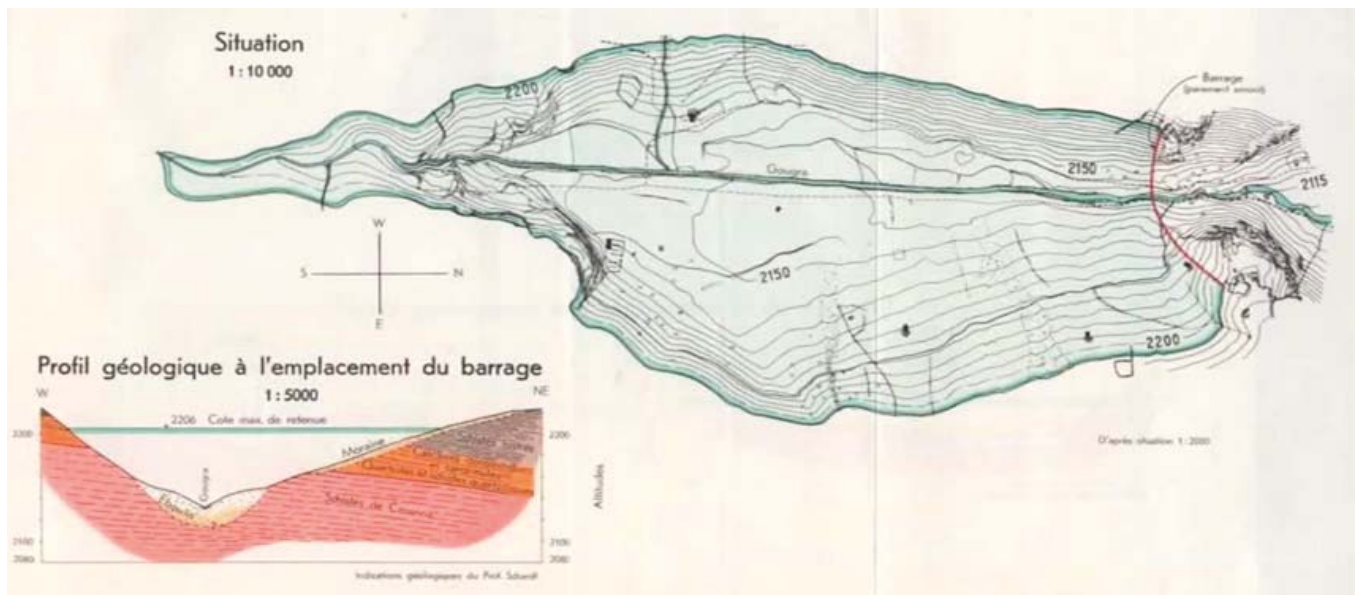


Obr. 9 Pohľad na hornú časť vzdušného líca priehrady Grande Dixance (Foto: L. Uhořčák) a na korunu priehrady, foto: E. Bednárová

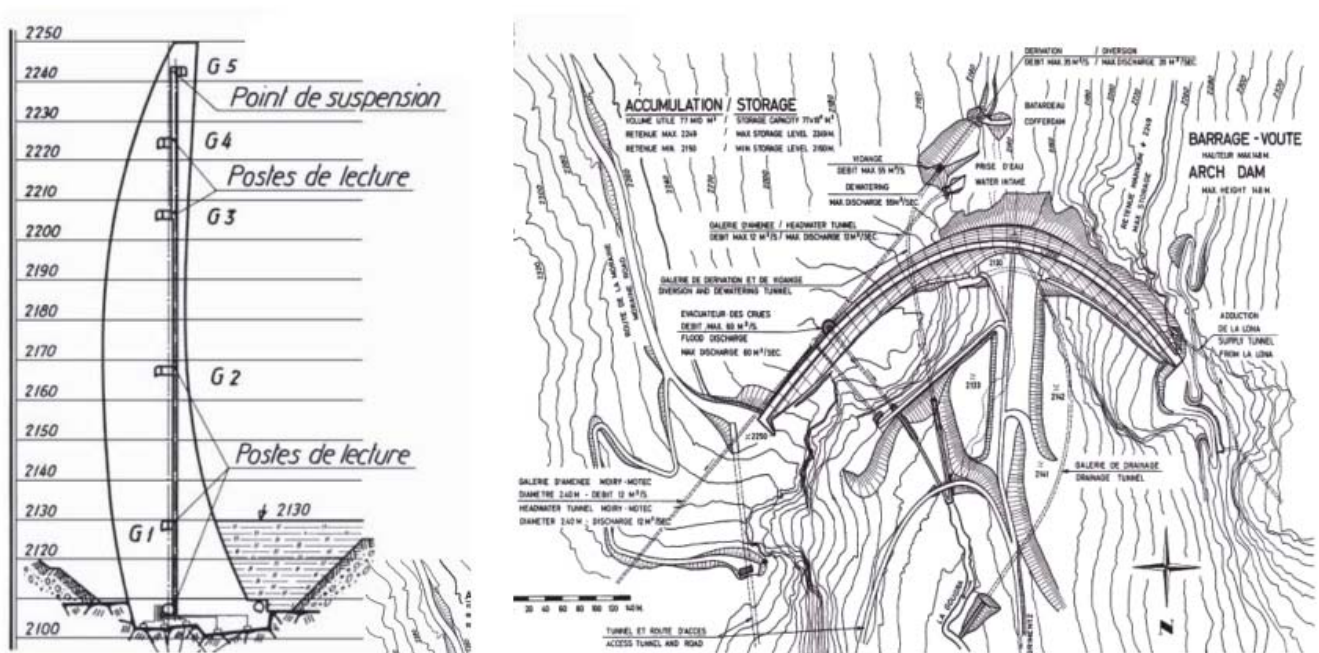
Veľký podiel na tom majú nielen samotná grandiózna stavba priehrady, vhodne zakomponovaná do prírodného prostredia (obr. 9), ale aj podmienky a hotelové a reštauračné služby a taktiež pútavo spracovaný informačný systém. Ten poskytuje návštevníkom dostatočné informácie o vodnom diele, počnúc jeho projektovaním cez výstavbu až po súčasnú

2 100 m. Klenbovou priehradou, vysokou 148 m, sa v úloli rieky La Gougra dosiahol celkový objem nádrže 77 mil. m³ (obr. 11).

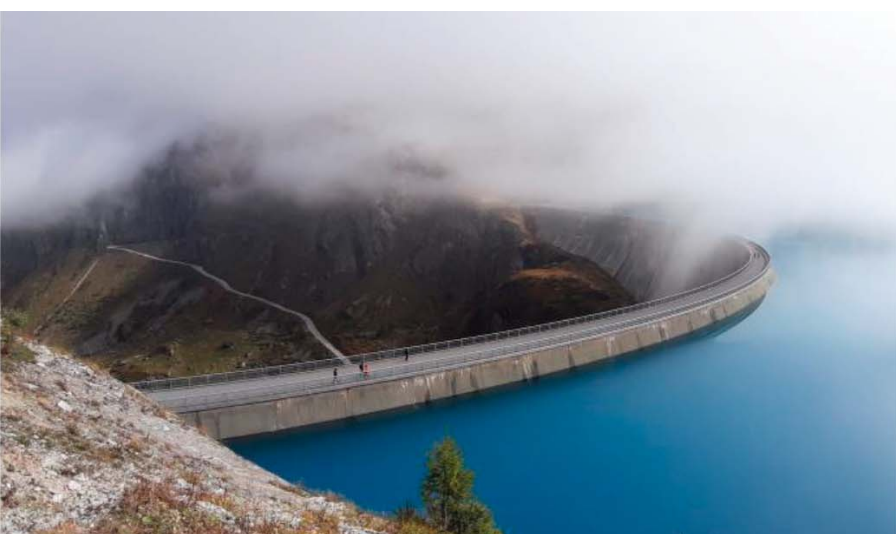
Voda, akumulovaná voda v nádrži, sa pri hydraulických spádoch od 439 do 590 využíva v troch vodných elektrárnach (tab. 2). Priehrada s tyrkysovou vodnou plochou nádrže z ladvca Moiry veľkolepo dotvára scenériu údolia Grimentz (obr. 12).



Obr. 10 Situácia vodného diela Moiry podľa zámeru v roku 1945 (Zdroj: [1])

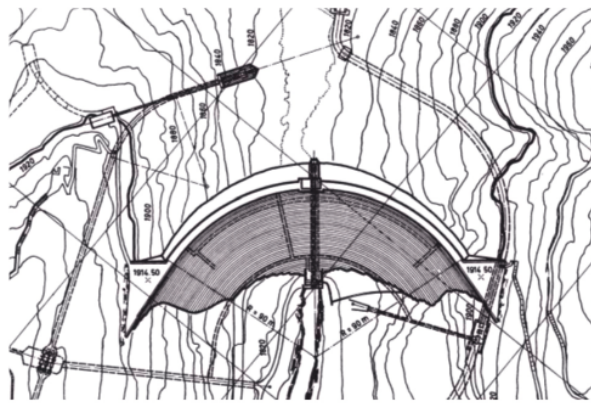
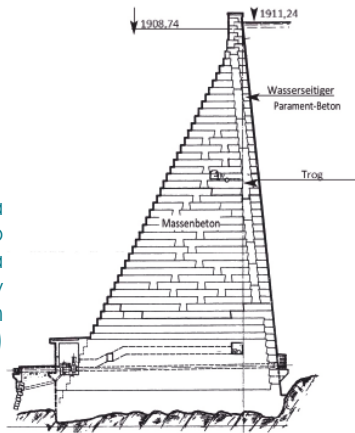


Obr. 11 Schéma priečného profilu a situácia klenbovej priehrady Moiry (Zdroj: [2])



Obr. 12 Pohľad na vodné dielo Moiry, foto: L. Uhorščák, H. Kopál

Obr. 13 Schéma priečneho profilu a situácia priehrady Spitallamm (Zdroj: [2])



Oblúkovú gravitačnú betónovú priehradu s klenbovým účinkom **Spitallamm** postavili v rokoch 1928 – 1932 v údolí rieky Aare. Pri výške 114m vytvára akumulčný priestor nádrže 93,3 mil. m³. Koruna priehrady dosahuje úroveň 1 911,24m n. m. (obr. 13). Hydroenergetický potenciál vody z ľadovcov, nakuumulovanej v nádrži, sa pri spáde 547m využíva vo vodnej elektrárni Handeck 1 a 672m vo vodnej elektrárni Innerkirchen 1 (tab. 3).

Tab. 3 Využitie hydroenergetického potenciálu vody akumulovanej v nádrži Spitallamm

Názov VE	Hydraulický spád brutto (m)	Inštalovaný výkon (MW)
Handeck 1	547	96
Innerkirchen 1	672	235
Spolu		331

Viac ako 90 rokov prevádzky nádrže, vytvorenej priehradou z liateho betónu, sa v klimaticky náročných podmienkach prejavilo na bezpečnosti tejto stavby. V dôsledku alkalického reakcie kameniva sa zistili porušenia štruktúry a materiálových vlastností betónu. Preto bolo potrebné začať s rekonštrukciou tejto vodnej stavby nevšedným spôsobom – výstavbou novej klenbovej priehrady v bezprostrednej oblasti pod pôvodnou oblúkovou priehradou (obr. 14). Po vybudovaní novej klenbovej priehrady pôvodnú priehradu Spitallamm neodstránia, ale zatopia. Na tento účel v jej ľavostrannej oblasti vybudujú tunel, ktorým sa zabezpečí hydraulické vyrovnanie hladiny vody v nádrži a priestore medzi obidvoma priehradami. Potom novopostavená klenbová priehrada, plne zafaržená vodným tlakom, prevezme hlavnú statickú funkciu. Za zmienku stojí aj predvídavosť vodohospodárov a projektantov tejto rekonštrukcie ktorí, majúci na zreteli prebiehajúce klimatické zmeny a s nimi vzrastajúcu hodnotu vody, navrhli

konštrukciu novej klenbovej priehrady (šírku koruny) tak, aby ju mohli v budúcnosti nadvýšif o ďalších 23m. Práce na výstavbe klenbovej priehrady sa začali v lete 2019 a predpokladaný rok dostavby je 2025. Stavebné práce v horách, v nadmorskej výške 1 900m, sú z hľadiska logistiky a organizácie prác mimoriadne náročné. Extrémne klimatické podmienky determinujú obdobie výstavby v rámci roka len na 6 mesiacov, od mája do októbra.

ZÁVER

Švajčiarski vodohospodári si plne uvedomujú cenu vzácneho obnoviteľného zdroja prírody – vody. Jej ekonomický a ekologický efekt pre spoločnosť a životné prostredie si strážia ako oko v hlave. Búranie priehrad je tejto vyspelej krajine s vysokou životnou úrovňou cudzie. Naopak, stále rozvíjajú, zlepšujú, modernizujú a chránia tieto vodné stavby. Príkladom sú nielen v minulosti nadvýšované priehrady (Mauvoisin, Luzzone), ale aj výstavba nových priehrad v starých, menej efektívnych oblastiach (Grande Dixance/Dixance, Emosson/Barberine). Pozoruhodná je v súčasnosti aj výstavba podzemnej PVE Nant de Drance v skalnom masíve v nadmorskej výške 1 947m pod nádržami Emosson a Vieux Emosson. Kaverna podzemnej strojovne sa rozmermi (dĺžka 195m, šírka 32m, výška 52m) zaraďuje medzi najväčšie kaverny tohto druhu v Európe. Pôvodne plánovaný výkon 600 MW, počas realizácie zdvihnutý na 900 MW, si vyžiadala zvýšenie hrádze hornej nádrže Vieux Emosson o 23m. Z prezentovaného krátkeho nahliadnutia do švajčiarskeho priehradného staviteľstva je zrejmé, že bolo čo obdivovať a získavať nové poznatky, vedomosti a skúsenosti.

Príspevok je súčasťou riešenia projektu VEGA 1/0452/17.



Obr. 14 Pohľad na priehradu Spitallamm, foto: E. Bednárová



Obr. 15 Situácia pôvodnej a novej priehrady

Literatúra:

[1] Les forces hydrauliques disponibles de la Suisse considérée au oint de vue des possibilités d'acumulation pour la production énergie d'hiver. Sixieme Partie: Possibilités d'acumulation dans le bassin du Rhône. Département fédéral des postes et Chemins de fer. Communication du Service des eaux. Berne 1945,125 s.

[2] Dams in Switzerland. Source for Worldwide Swiss Dam Engineering. ISBN 978-3-85545-158-6. Working Group « Public Relation» of the Swiss Committee on Dams, 2011, 373 s.

Súčasný stav a zhodnotenie poloprevádzkových skúšok v ÚV Rozgrund

Prof. Ing. Danka Barloková, PhD.¹, prof. Ing. Ján Ilavský, PhD.¹,
Dpt. Viliam Šimko², Ing. Ondrej Kapusta³

¹ Slovenská technická univerzita, Stavebná fakulta,
Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva,

² VODATECH, s. r. o., ³ Stredoslovenská vodárenská spoločnosť, a. s.

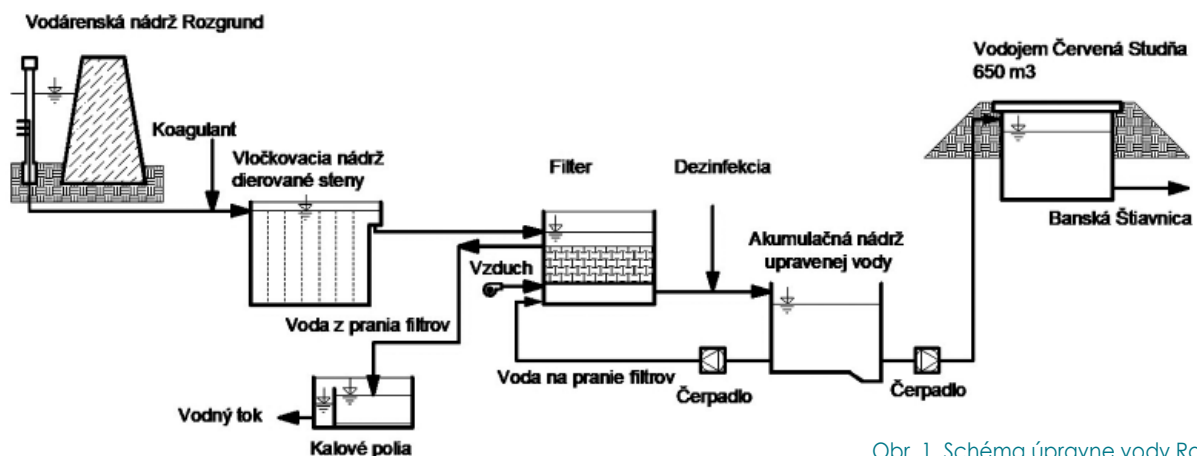
Anotácia

Cieľom článku je zhodnotiť súčasný stav a vykonané poloprevádzkové experimenty v úpravni vody (ÚV) Rozgrund, uviesť poznatky z jednotlivých sledovaných technológií. Odkúšala sa klasická úprava povrchovej vody z vodárenskej nádrže (VN) Rozgrund s tromi rozdielnymi filtračnými náplňami, klasická úprava vody spolu s filtráciou cez granulované aktívne uhlie (Norit 830), ultrafiltrácia použitím plne automatizovaného zariadenia s membránovým modulom UA-640 (Microdyn-Nadir), ako aj ultrafiltrácia spolu s filtráciou upravenej vody cez granulované aktívne uhlie (GAU). Vyhodnotila sa účinnosť jednotlivých technológií a navrhli sa alternatívne spôsoby úpravy vody na plánovanú modernizáciu ÚV Rozgrund.

ÚVOD

Na zásobovanie časti Banskej Štiavnice sa v roku 1992 uviedla do prevádzky úpravňa vody Rozgrund. Zdrojom vody pre úpravňu vody je vodárenská nádrž s rovnakým názvom Rozgrund.

piezometrických a hydropedologických vrtov na sledovanie režimu prúdenia podzemných vôd hrádzou a podložím, v rokoch 1986 – 87 sa zrekonštruovala časť bezpečnostného priepadu, na prítoku Teplého potoka sa do nádrže zabudoval limnigraf, v rokoch 1987 – 89 sa vyčistil Schönlindenský jarok a sprístupnilo sa cca 20m štôlní dnového výpustu a v roku



Obr. 1 Schéma úpravy vody Rozgrund

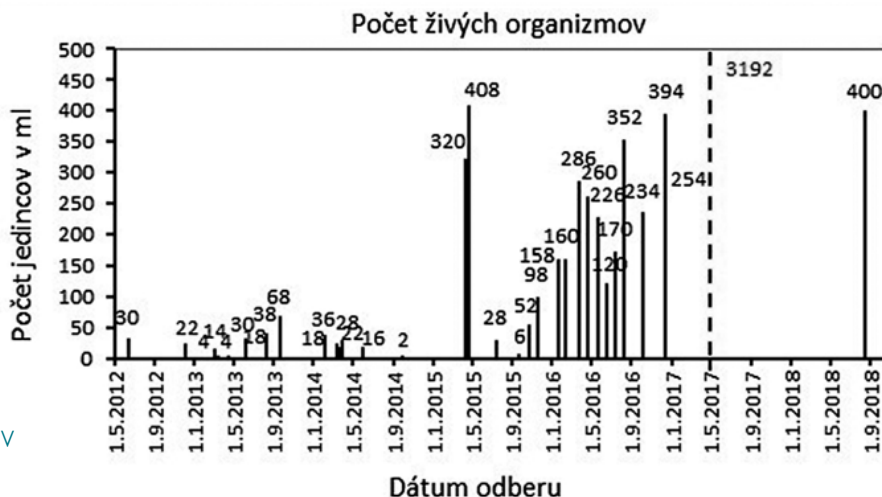
Vodárenská nádrž Rozgrund je našou najstaršou vodárenskou nádržou, do prevádzky sa uviedla v roku 1744 na základe projektu Samuela Mikovíniho. Až do vybudovania priehrady Meurad vo Francúzsku v roku 1855 sa vodná nádrž Rozgrund pokladala za najodvážnejšiu zemitú vodnú nádrž na svete. Významným zdrojom povrchovej vody, ktorý zásoboval tajch Rozgrund vodou, bol Teplý potok, banské vody zo štôlní a aj 2 zberné jaroky: Rozgrundský – západný zberný jarok a Schönlindenský – východný zberný jarok.

Hrádza a celé povodie VN Rozgrund prešli viacerými rekonštrukciami, v rokoch 1985 – 86 bol vykonaný inžiniersko-geologický prieskum hrádzového telesa so zabudovaním

2004 – 2006 sa zrealizovala rozsiahla rekonštrukcia výpustného systému a hrádzového telesa.

Od roku 1981 sa stal správcom vodárenskej nádrže Rozgrund bývalý podnik Povodia Hrona v Banskej Bystrici, v súčasnosti odštepny závod Povodia Hrona spadajúci pod Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. Banská Štiavnica. Objekt úpravy vody a kontrola kvality surovej a upravenej vody patria do pôsobnosti Stredoslovenskej vodárenskej spoločnosti, a. s.

Objekt úpravy vody Rozgrund slúži na úpravu a prečerpávanie upravenej vody do vodojemu Červená studňa (obr. 1). Projektovaný výkon úpravy vody je 14 l/s.



Obr. 2 Výskyt živých organizmov v surovej vode na vstupe do ÚV Rozgrund

Technológia úpravy vody bola navrhnutá ako jednostupňová a skladala sa z:

- čerpania vody z vodárenskej nádrže Rozgrund,
- dávkovania hlinitého koagulantu do potrubia surovej vody, ale i do upravenej vody,
- pomalého miešania pomocou 4-dierovaných stien,
- dávkovania hydrátu vápenatého do potrubia surovej vody, ale i do upravenej vody,
- 3 otvorených pieskových filtrov,
- zo zdravotného zabezpečenia upravenej vody chlórrom, s možnosťou predchlorácie,
- prečerpávania upravenej vody do vodojemu Červená-studňa,
- akumulácie použitej prácej vody.

V roku 2015 bola úpravňa vody odstavená z prevádzky vinou zápachu vody v upravenej vode v rozvodnej sieti. Do odstavenia úpravne vody pracovala technologická linka len na princípe priamej filtrácie a zdravotnom zabezpečení vody dávkovaním plynného chlóru. V kritickej situácii následkom pachu sa prevádzkovateľ usiloval vodu upraviť, do vody pridával koagulant PAX-18i práškové aktívne uhlie. Potom časť Banskej Štiavnice pripojili na Pohronský skupinový vodovod, čo si vyžadovalo viacnásobné prečerpávanie vody.

Nedostačujúcu účinnosť úpravy vody spôsobujú chýbajúce prvky v technológii (rýchle miešanie, možnosť odstraňovať zápach a organické znečistenie) a zhoršujúca sa kvalita vody v nádrži. Nedostatky projektu z dnešného pohľadu:

Homogenizácia koagulantu s vodou: Základ optimálnej technológie úpravy vody sa začína homogenizáciou koagulantu s celým objemom upravovanej vody. Tento proces musí prebehnúť okamžite, inak nastane hydrolýza časti koagulantu.

Rýchle miešanie: V úpravni vody nie je žiadne rýchle miešanie, čo je vlastne prvý stupeň tvorby filtrovateľnej suspenzie. Technologické zariadenie – rýchly miešač – by mal mať taký objem, aby zdržanie vody, resp. rýchle miešanie trvalo 60 – 90 s. Intenzitu rýchleho miešania je potrebné overiť.

Pomalé miešanie: Nádrž pomalého miešania, čo sa týka objemu, by vyhovovala. Na zabezpečenie, resp. zlepšenie funkčnosti však treba upraviť vnútornú časť nádrže a doplniť

mechanickými miešadlami. Plochu miešadiel a rýchlosť miešania treba tiež overiť.

Otvorené filtre: Na základe poloprevádzkových skúšok vymeniť filtračnú náplň. Medzidná nahradí drenážnym systémom. Všetky armatúry a ovládanie filtrov vymeniť.

Meranie, regulácia a automatizácia: Dnes sa realizujú meraním prítoku surovej vody.

V súčasnosti sa znova vyvíja úsilie o opätovné využívanie povrchovej vody z VN Rozgrund na zásobovanie Banskej Štiavnice, obcí Banky a Vyhne. Návrh modernizácie úpravne vody si vyžadoval poloprevádzkové experimenty, odskúšanie rôznych technológií, filtračných materiálov atď.

Kvalita vody sa z dlhodobého hľadiska veľmi nemení, voda je relatívne kvalitná, bez vplyvu ľudskej činnosti. pH vody v období 2012 – 2019 bolo v intervale 6,97 – 8,23, teplota vody 2,8 – 24,1 °C. Farba vody v dlhodobom priemere neprevýšila hodnotu 20 mg/l Pt. Výnimkou je rok 2013, keď sa v marci a apríli namerali hodnoty 69 a 26 mg/l Pt. Zákal vody sa pohybuje v intervale 1,0 – 3,0 NTU, v roku 2013 sa v marci a apríli zistil zákal 5,8 – 3,3 NTU. CHSK_{Mn} v dlhodobom priemere vykazuje hodnoty 1,4 – 2,9 mg/l, v jednom prípade bola hodnota až 3,56 mg/l. Vzhľadom na starosť nádrže a proces eutrofizácie vzrástol počet živých organizmov na 150 – 400 organizmov/ml (obr. 2).

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Experimentálna časť práce opisuje postup poloprevádzkových experimentov a dosiahnuté výsledky účinnosti použitých technológií pre danú kvalitu vody.

Poloprevádzkové experimenty sa zameriavali na:

- klasickú jednostupňovú úpravu vody s použitím rôznych filtračných materiálov,
- klasickú jednostupňovú úpravu vody doplnenú o filtráciu cez GAU,
- poloprevádzkové skúšky s využitím ultrafiltrácie,
- poloprevádzkové skúšky s využitím ultrafiltrácie, za ktorou bola zaradená filtrácia cez granulované aktívne uhlie.

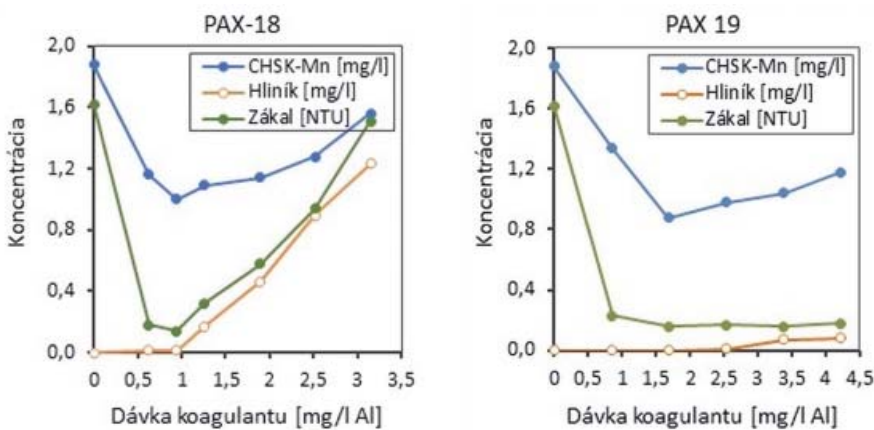
V tab. 1 je uvedená kvalita vody (vybrané parametre) prichádzajúcej do ÚV Rozgrund počas experimentov. V čase experimentov voda vyhovovala Vyhláške MZ SR č. 247/2017

Tab. 1 Kvalita vody na vstupe do ÚV Rozgrund počas experimentov

Parameter	Jednotka	Vzorka SV	Parameter	Jednotka	Vzorka SV
pH		7,69	chloridy	mg/l	8,01
vodivosť	mS/m	15,3	dusičnany	mg/l	3,12
CHSK _{Mn}	mg/l	2,4	sírany	mg/l	34,61
TOC	mg/l	0,96	fluoridy	mg/l	0,27
zákal	NTU	2,94	fosforečnany	mg/l	0,06
farba	mg/l	11	Fe	mg/l	0,03
KNK _{4,5}	mmol/l	0,922	Mn	mg/l	0,001
ZNK _{8,3}	mmol/l	0,047	amoniak	mg/l	0,02
RL	mg/l	120	sodík	mg/l	10,55
NL	mg/l	1,5	vápnik	mg/l	27,72
Ca + Mg	mmol/l	0,922	horčík	mg/l	5,6

Z. z. Ide o málo mineralizovanú vodu, z hľadiska obsahu Ca + Mg vodu mäkkú, obsah organických látok vyjadrený parametrom CHSK_{Mn} bol pod 3,0 mg/l.

Pred začatím poloprevádzkových skúšok sa urobili koagulačné skúšky, v ktorých sa porovnávali 2 hlinité koagulanty PAX-18 a PAX-19 (obr. 3). Voľba hlinitého koagulantu vychádzala zo skutočnosti, že ide o jednoduchšiu úpravu vody, nízku teplotu vody a doterajšiu technológiu.

Obr. 3 Výsledky koagulačných skúšok podľa CHSK_{Mn}, hliníka a zákalu

Na základe vykonanej koagulačnej skúšky (porovnaním koncentrácie hliníka, pH, CHSK_{Mn} a zákalu v upravenej vode) vyplýva, že obidva koagulanty boli vysoko účinné, získané hodnoty porovnateľné, avšak vzhľadom na ekonomické hľadisko a doterajšie skúsenosti s použitím PAX-18 bol tento koagulant vybraný na ďalšie experimenty s dávkovaním 0,75 mg/l Al.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Poloprevádzkové skúšky (A) zamerané na klasickú jednoduchšiu úpravu vody vychádzali z pôvodnej technológie na ÚV Rozgrund. Výkon poloprevádzkového zariadenia bol cca 0,3 l/s. Koagulant PAX-18 sa dávkoval medzi 2 clony, následná homogenizácia sa uskutočnila použitím rýchlomiešača. Nasledovalo pomalé miešanie v troch samostatných sekciách s mechanickým miešaním pri rýchlosti miešania 60, 40 a 20 otáčok za minútu. Voda sa gravitačne cez rozdeľovací objekt ďalej rovnomerne privádzala na 3 filtre z plexiskla priemeru 300 mm a výšky 2,7 m. Filtračné náplne tvorili:

- filter F1 piesok z prevádzkového filtra (výška náplne 140 cm),
- filter F2 dvojmateriálová náplň Filtralite MonoMultiFine (výška náplne 140 cm),
- filter F3 dvojmateriálová náplň: 70 cm piesku FP1 + 70 cm filtračné uhlie.

V rámci skúšky A sa urobili tri filtračné cykly s celkovou dĺžkou 108 hodín. Komplexné merania sa zrealizovali počas filtračného cyklu 1 a 2. Tretí cyklus bol zameraný len na overenie kvality filtrovanej vody v závislosti od času filtrácie. Preto sa v treťom filtračnom

cykle merali iba tieto ukazovatele: farba, zákal, CHSK_{Mn} a hliník.

Filter F1 s filtračným materiálom z prevádzkového filtra z úpravne, ktorý bol odobraný cca 500 mm pod hladinou piesku, bol v prevádzke 90 hodín, až po tomto čase, keď sa vyčerpala kalová kapacita náplne v prefiltrovanej vode, bola stanovená hodnota hliníka 0,22 mg/l Al. Zrinitosť piesku

pôvodnej náplne sa v súčasnosti pohybuje v rozmedzí 0,7 – 2,0 mm, čo viedlo k miernemu zvýšeniu kalovej kapacity náplne v modelovom filtri.

Filter F2 bol naplnený filtračnou náplňou s označením Filtralite MonoMultiFine, ide o materiál vyrábaný v Nórsku. Na poloprevádzkové skúšky ho dodala firma EnviPur. Výrobcom je firma Saint-Gobain Byggevarer a. s. Je to filtračná náplň dvoch rôznych zrinitostí a merných hmotností.

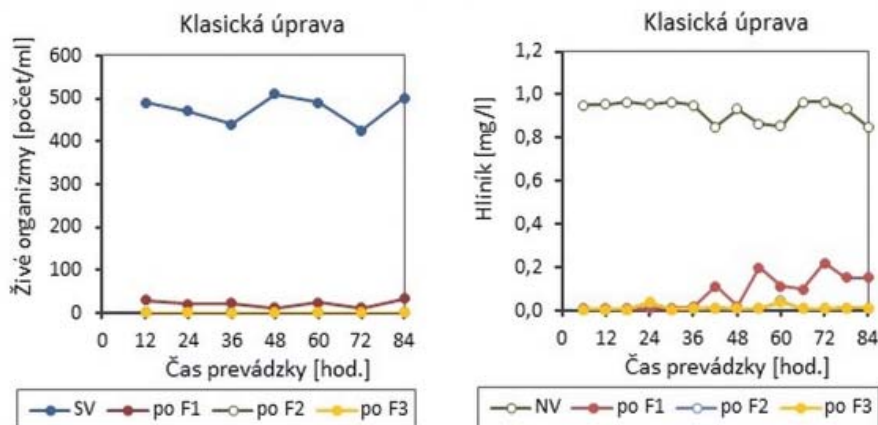
Filter F3 bol naplnený dvomi filtračnými materiálmi – kremičitým pieskom (PR 05 – 1) s výškou vrstvy 70 cm – a 70 cm vrstvou s materiálom Carbozior (kalcin. antracit zrinitosti 1,0 – 2,0 mm).

Pri hodnotení efektu filtrácie, resp. odstraňovaní či znižovaní nežiaducich komponentov sa správajú oba filtre F2 a F3 približne rovnako. Malé rozdiely neumožňujú vyjadriť sa zodpovedne, ktorý materiál je lepší. Faktom zostáva, že potreba vody na pranie materiálu Filtralite je nižšia, problémom môže byť vyšší oter pri praní.

Filtračné cykly filtrov F2 a F3 sa skončili po 108 hod. filtrácie, pričom sa nezhoršila kvalita vody, ale vyčerpala sa kalová kapacita a skôr filter F3 sa dostával do podtlaku. Tento poznatok je získaný z hodnôt filtračného odporu. Pri sledovaní kvality vody sa analyzovali tieto parametre: pH, teplota vody, zákal, farba, KNK_{4,5}, CHSK_{Mn}, hliník, počet a veľkosť častíc a hydrobiológia.

Pri klasickej jednoduchšej úprave vody (s využitím filtra F3), doplnenej o filtráciu cez granulované aktívne uhlie (Norit 830), sa vyhodnocovala kvalita filtrovanej vody pred a po prechode granulovaným aktívnym uhlím (skúška B), oproti skúške A bol stanovený aj parameter TOC (pre pach).

Klasickou úpravou vody sa dosiahla účinnosť zníženia CHSK o 75,4% pri filtri F2 (Filtralite) a 75,6% pri filtri F3, ak za filter



Obr. 4 Znázornenie živých organizmov (vľavo) a zákalu (vpravo) po klasickej úprave vody

F3 zaradíme filtráciu cez GAU, účinnosť sa pohybuje na úrovni 90,5%. Rozdiel medzi vodou po klasickej úprave (po filtri F3) a po prechode cez GAU predstavovalo 24,7% zníženie hodnoty TOC. Hodnoty pre živé organizmy a hliník boli po F2 a F3 nulové, resp. v intervale 0,004 – 0,01 mg/l Al (obr. 4).

Je potrebné zdôrazniť význam prania nového materiálu GAU a rovnako aj dostatočne dlhé zmáčanie tak, ako od-

- voda filtrovaná (vzorka č. 4) – po 30 minútach prevádzky, pred ďalším práním membrány.

V rámci každého cyklu sa odobrala surová voda pred membránou, filtrovaná voda za membránou a odtiekajúca odpadová voda z prania, pričom cyklus prania trval 10 – 12 sekúnd. Na analýzu sa použila priemerná vzorka. Celkovo

modulom UA-640 (Microdyn-Nadir) s ríadiacim systémom, meraním transmembránového tlaku, spätným preplachom membrány vodou a vzduchom, s možnosťou chemického prania. Špecifikácia membránového modulu je v tab. 2.

Celkovo bolo spracovaných 10 samostatných skúšok (cyklov). Každá skúška trvala 30 minút. Takto bol nastavený čas medzi jednotlivými prániami samotnej membrány.

Odber vzoriek z jednotlivých cyklov:

- voda filtrovaná (vzorka č. 1) – 15 sekúnd po skončení prania,
- voda filtrovaná (vzorka č. 2) – po 10 minútach prevádzky,
- voda filtrovaná (vzorka č. 3) – po 20 minútach prevádzky,

bolo spracovaných 30 cyklov. Na analýzu sa použil každý tretí cyklus. Experiment s ultrafiltráciou trval cca 15 hod. Vo vzorkách sa sledovali teplota vody, pH, vodivosť, $KNK_{4,5}$, $CHSK_{Mn}$, zákal (obr. 5), farba, rozpustné a nerozpustné látky (pri 105 °C) a urobila sa jedna hydrobiologická analýza.

Na základe výsledkov uvedených v tab. 3 je možné konštatovať, že ultrafiltráciou dochádza k miernemu zníženiu vodivosti, miernemu zvýšeniu pH vody, účinnosť odstraňovania zákalu a farby vody sa pohybuje na úrovni 84,8% a 95%. Zaujímavým výsledkom je viac ako 52% zníženie $CHSK_{Mn}$. Predpokladáme, že ide o odstraňovanie humínových látok z vody, keďže v odpadovej (pracej) vode došlo k výraznému zníženiu hodnoty pH (6,8 – 6,9) a výraznému zvýšeniu $CHSK_{Mn}$. V porovnaní s vodou pred ultrafiltráciou a odpadovou vodou z prania vidieť nárast rozpustených látok, výrazný nárast nerozpustných látok, farby a zákalu vody.

V rámci štvrtého poloprevádzkového experimentu (D) bola k ultrafiltrácii pridaná filtrácia cez GAU, postup bol rovnaký ako v prípade skúšky C, počas prevádzky sa sledovala kvalita surovej vody, vody po ultrafiltrácii a pred filtrom GAU a po filtrácii použitím GAU.

Na obr. 6 je porovnaná účinnosť ultrafiltrácie + GAU (spolu 10 cyklov) s klasicou úpravou vody doplnenou o filtráciu cez GAU pre parameter $CHSK_{Mn}$, pričom na obrázku je uvedená koncentrácia

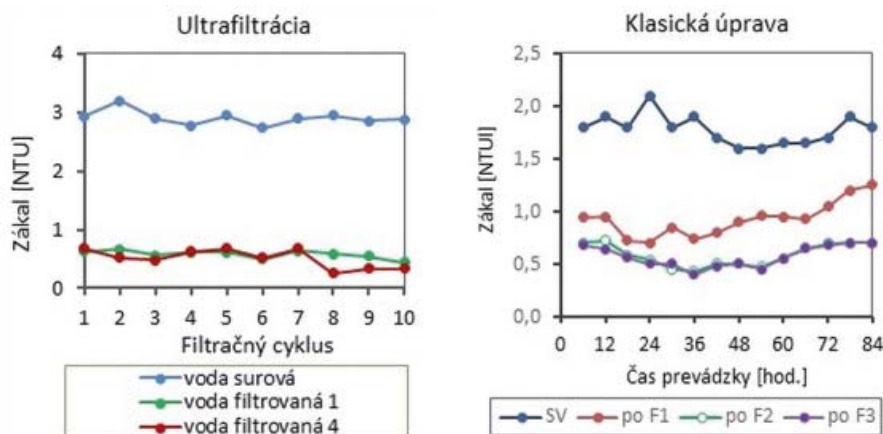
Tab. 2 Špecifikácie modulu UA-640

Typ membrány	modul s dutými vláknami	Maximálny prietok	do 1,3 m ³ /h
Priemer vlákien	OD/ID: 2,1 mm/1,1 mm	Maximálny transmembránový tlak	1 bar
Materiál membrány	PAN – polyakrylnitril	Max. tlak modulu	2 bar
Veľkosť pórov	0,025 μm	Priemer modulu	168mm
Plocha membrány	16 m ²	Dĺžka modulu	1210mm
Typ filtrácie	priama filtrácia	Maximálny zákal	300 NTU
Regenerácia	vodou a vzduchom		

porúča výrobca. Podľa výrobcu je potrebné preprať nové granulované aktívne uhlie 10 – 20-násobným objemom vody na jeden objem filtračnej náplne.

Na tretí poloprevádzkový experiment (C) sa použilo plne automatizované ultrafiltráčne zariadenie s membránovým

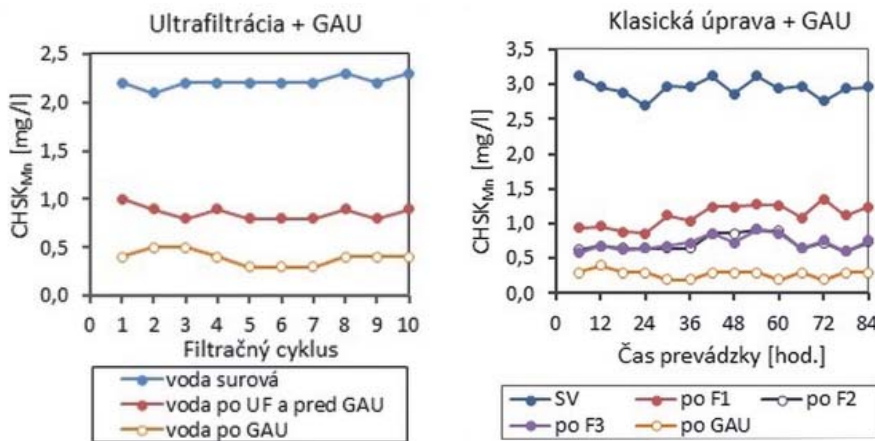
zariadením. Na základe výsledkov uvedených v tab. 3 je možné konštatovať, že ultrafiltráciou dochádza k miernemu zníženiu vodivosti, miernemu zvýšeniu pH vody, účinnosť odstraňovania zákalu a farby vody sa pohybuje na úrovni 84,8% a 95%. Zaujímavým výsledkom je viac ako 52% zníženie $CHSK_{Mn}$. Predpokladáme, že ide o odstraňovanie humínových látok z vody, keďže v odpadovej (pracej) vode došlo k výraznému zníženiu



Obr. 5 Priebeh hodnoty zákalu pri úprave vody ultrafiltráciou (vľavo) a pri klasickej technológii úpravy vody (vpravo)

Tab. 3 Priemerné hodnoty (z 10 cyklov) stanovené pred a po ultrafiltrácii

Parameter	Jednotky	Surová voda	Filtrovaná voda 1	Filtrovaná voda 4	Odp. voda z prania
pH		7,73	7,78	7,77	6,87
vodivosť	mS/m	15,3	15,0	15,0	16,3
CHSK _{Mn}	mg/l	2,2	0,90	0,96	12,4
zákal	NTU	2,89	0,57	0,51	25,3
farba	mg/l	11,7	0,5	0,8	65,6
KNK _{4,5}	mmol/l	0,973	0,940	0,947	1,069
Rozp. látky (105 °C)	mg/l	121	114	115	153
Nerosp. látky (105 °C)	mg/l	1,5	0	0	10,3



Obr. 6 Priebeh hodnoty CHSKMn pri úprave vody ultrafiltráciou v spojení s GAU (vľavo) a pri klasickej technológii úpravy vody doplnenej o filtráciu s GAU (vpravo)

surovej, filtrovanej vody pred a po prechode cez GAU.

Úpravou vody použitím ultrafiltrácie a filtra s granulovaným aktívnym uhlím sa dosiahla až 82,6% účinnosť odstránenia organických látok vyjadrených parametrom CHSK_{Mn}. Rozdiel medzi vodou po ultrafiltrácii a po prechode cez GAU predstavovalo 17,5% zníženie v parametre TOC.

Literatúra:

- [1] Ilavský, J., Barloková, D. a kol.: Modernizácia veľkých úpravni vŕd v podmienkach Slovenska. In *Pitná voda 2015. Zborník prednášok*. Trenč. Teplice, SR, 5. – 8. október 2015. Vodafím, s. r. o., Bratislava 2015, s. 55 – 62. ISBN 978-80-971272-3-7.
- [2] Pelkán, P., Buchlovičová, J.: Modernizácia úpravni vŕd v Slovenskej republike. In *Sborník XX. mezinárodní konference Voda Zlín 2016*, Zlín, ČR, 17. – 18. marec 2016, s. 47 – 52. ISBN 978-80-905716.
- [3] Šimko V.: Zásobovanie pitnou vodou v SR – zabezpečenie kvality a technológia úpravy vody. In *Sborník XI. mezinárodní konference Voda Zlín 2007*, Zlín, ČR, s. 23 – 26. ISBN 978-80-239-8740-9.
- [4] Barloková, D., Valovičová, Z.: Technologické postupy úpravy vody. Seminár Teória a prax vo vodárenstve, 20. marec 2018 Kočovce.
- [5] Kapusta, O.: Optimalizácia procesu filtrácie úpravni vŕd k zaisteniu dodávky bezpečnej pitnej vody. Dizertačná práca, evidenčné číslo: SvF-104303-12204, Stavebná fakulta STU, Bratislava 2019, 159 s.

Dôležitým parametrom pri úprave vody (pri poloprevádzkových skúškach) je hodnota pH v upravenej vode. Po ultrafiltrácii sa nezistila zmena hodnoty pH (tab. 3), prídavkom hlinitého koagulantu v rámci klasickej jednostupňovej úpravy sa pH upravenej vody znižuje iba mierne (z pH 7,8 na hodnoty okolo 7,2 – 7,3).

ZÁVER

Na základe poloprevádzkových skúšok sa ultrafiltrácia a filter s GAU navrhujú ako jedna z alternatív celkovej modernizácie ÚV Rozgrund. Druhou alternatívou je použitie klasickej jednostupňovej úpravy vody s dvojmateriálovým filtrom piesok a antracit, s tým, že v oboch alternatívach sa použije koagulant PAX-18. Pre danú kvalitu vody je potrebné uvažovať aj so znižovaním agresivity vody a zvyšovaním tvrdosti vody. Na dezinfekciu je navrhnuté UV žiarenie a dávkovanie plynného chlóru.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol vďaka podpore OP Výskum a vývoj pre dopytovo orientovaný projekt: Centrum excelentnosti integrovanej protipovodňovej ochrany územia ITMS 262401200004, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja. Experimenty sa uskutočnili za finančnej podpory projektu APVV-18-0205 a projektu VEGA 01/0737/19. Poďakovanie patrí aj pracovníkom Stredoslovenskej vodárenskej spoločnosti.

Zhodnotenie kalendárneho roka 2019 z hľadiska podzemnej vody

RNDr. Valéria Slivová, PhD., Ing. Eugen Kullman, PhD., RNDr. Zuzana Paľušová
Slovenský hydrometeorologický ústav

Anotácia

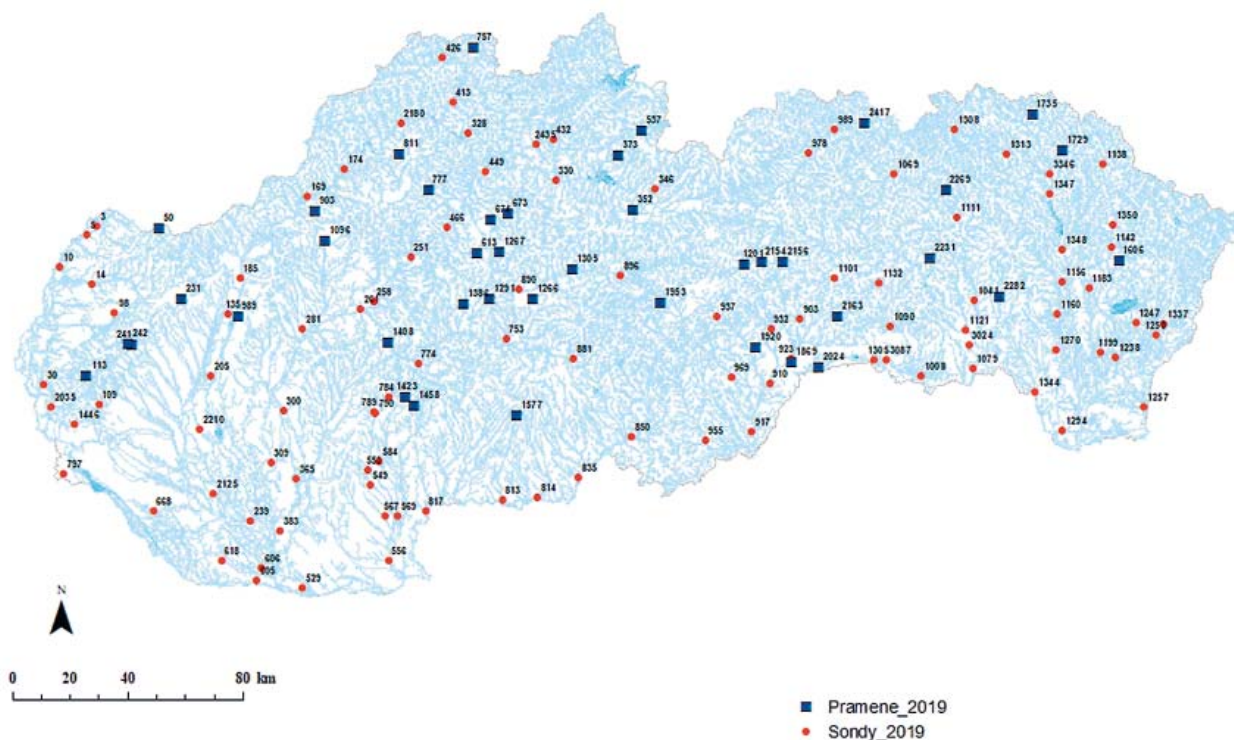
Ročné zhodnotenie režimu podzemnej vody bolo spracované na základe operatívnych údajov nameraných na objektoch štátnej hydrologickej siete podzemnej vody Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ). Komplexné zhodnotenie roka spracované v mesačnom cykle ukazuje, že uplynulý rok 2019 bol výrazne podpriemerný. Na základe priestorového hodnotenia Slovenska boli namerané údaje hladín podzemnej vody a výdatností prameňov v roku 2019 výrazne nižšie ako ich dlhodobý priemer referenčného obdobia 1981 – 2010, najmä v oblasti horného a stredného Váhu a na krajnom východe.

ÚVOD

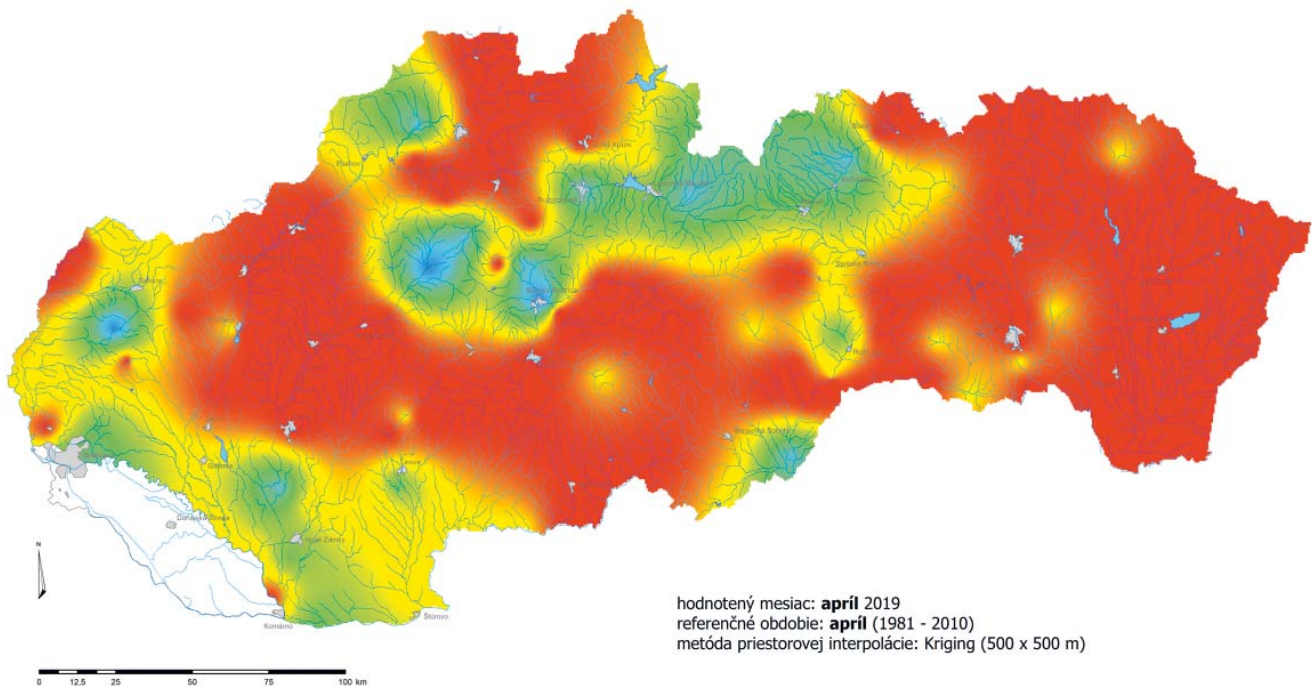
Hodnotenie podzemnej vody za kalendárny rok 2019 bolo spracované na základe nameraných údajov z vybraných 143 referenčných, antropogénne neovplyvnených, pozorovacích objektov, tvoriacich súčasť štátnej hydrologickej siete podzemnej vody SHMÚ. Predstavujú približne 10% z celkového počtu pozorovacích objektov štátnej hydrologickej siete podzemnej vody, spravovaných SHMÚ, a patrí k nim 102 sond a 41 prameňov, relatívne homogénne rozmiestnených na celom území Slovenska (obr. 1).

ZHODNOTENIE PODZEMNEJ VODY V JEDNOTLIVÝCH MESAČOCH ROKA

Záver kalendárneho roka 2018 (december 2018 vyhodnotený ako najsuchší mesiac roka 2018) a v podstate výskyt osem po sebe idúcich podpriemerných mesiacov v závere roka 2018 (máj 2018 – december 2018) jednoznačne negatívne ovplyvnil stav podzemnej vody na začiatku roka 2019. Zrážkovo nadnormálny (150% dlhodobého normálu) a teplotne normálny (priemerná teplotná odchýlka +0,5 °C) mesiac január 2019 nepostačil doplniť deficit zásob podzemnej vody



Obr. 1 Lokalizácia hodnotených operatívnych objektov



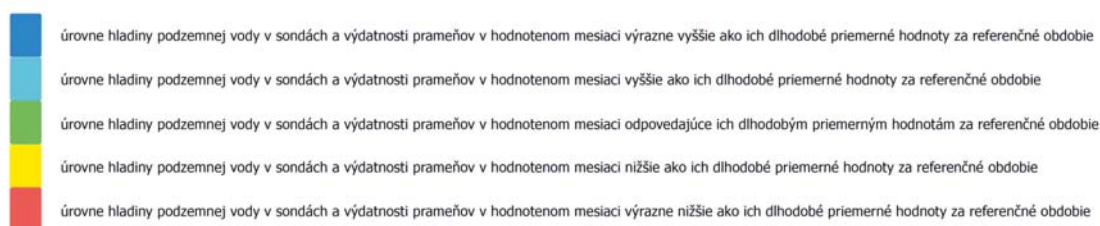
Obr. 3 Priestorové hodnotenie podzemnej vody v apríli 2019

a hoci došlo k miernemu nárastu hladín podzemnej vody, tento mesiac bol zaradený ako 2. najsuchší v roku 2019. Výraznejšie zvýšenie hladín podzemnej vody a výdatností prameňov nastalo až v mesiaci február (následok nadpriemerných zrážkových úhrnov v mesiaci január). Február bol z hľadiska podzemnej vody vyhodnotený ako priemerný – mierne podpriemerný mesiac (obr. 5, 6) a zjavne nedošlo k eliminácii významného deficitu v podzemnej vode v predchádzajúcom období. Žiaľ, prišiel teplotne nadnormálny (s priemernou teplotnou odchýlkou $+3,1^{\circ}\text{C}$) a zrážkovo podnormálny (s deficitom zrážok 11 mm, 77% normálu) mesiac marec 2019. Teplý február a teplý marec v spojení s nedostatkom zrážok v mesiaci marec spôsobili dramatický prepád hladín podzemnej vody a výdatností prameňov. Marec bol zaradený k podpriemerným mesiacom, naďalej pretrvávali nepriaznivé klimatické podmienky, čo malo za následok prehlbovanie poklesov hladín podzemnej vody a výdatností prameňov. Zvyšovanie tohto deficitu sa najmarkantnejšie prejavilo v apríli, ktorý bol vyhodnotený nielen ako najsuchší mesiac v roku 2019, ale aj ako najsuchší mesiac za posledné tri roky. Úroveň hladín

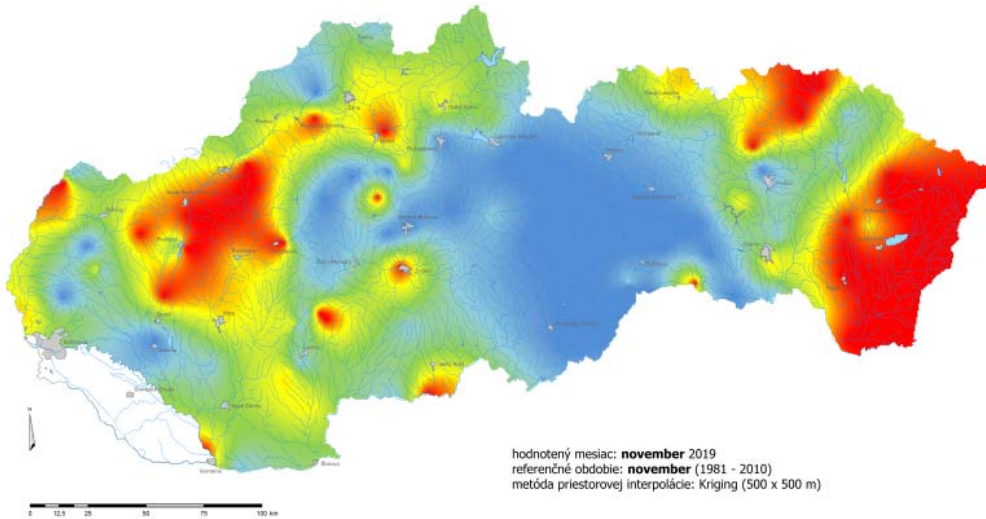
podzemnej vody a výdatností prameňov, výrazne nižšie ako dlhodobý priemer referenčného obdobia, sa prejavili takmer na celom Slovensku (červená farba, obr. 3, 5). Mapové výstupy v texte sú prezentované v súlade s legendou na obr. 2.

Veľkým šťastím bolo, že nasledujúci mesiac máj bol z hľadiska zrážok extrémne nadnormálny (197% normálu), s prebytkom zrážok 74 mm, a teplotne podnormálny (priemerná teplotná odchýlka $-1,3^{\circ}\text{C}$). Výrazne sa začal vykrývať dlhodobý deficit v podzemnej vode a hoci došlo k postupnému pozvoľnému zvyšovaniu hladín podzemnej vody a výdatností prameňov (obr. 6), a tým k signifikantnému dopĺňaniu hydrogeologických štruktúr, nestačilo to ešte na dosiahnutie dlhodobých priemerných hodnôt (mesiac máj zaradený z hľadiska hodnotenia podzemnej vody stále medzi podpriemerné mesiace).

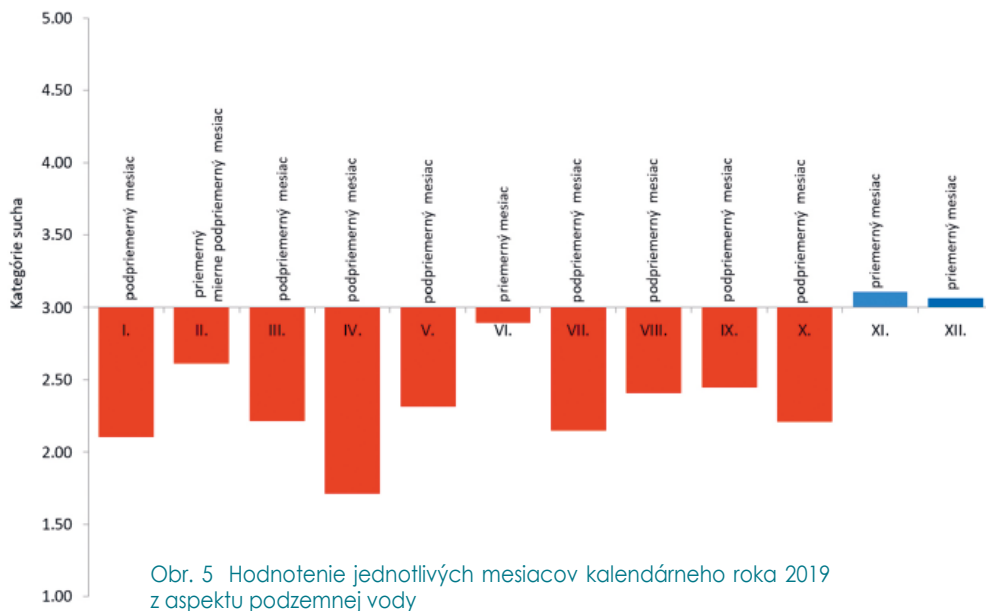
Intenzívne zrážky z mája mali, s určitým časovým sklzom, priaznivý vplyv najmä v nasledujúcom mesiaci jún, keď ďalej pokračovalo dopĺňanie zásob podzemnej vody (jún zaradený medzi priemerné mesiace). Situácia sa však opäť veľmi podstatne zhoršila v júli. Mesiac júl bol teplotne normálny



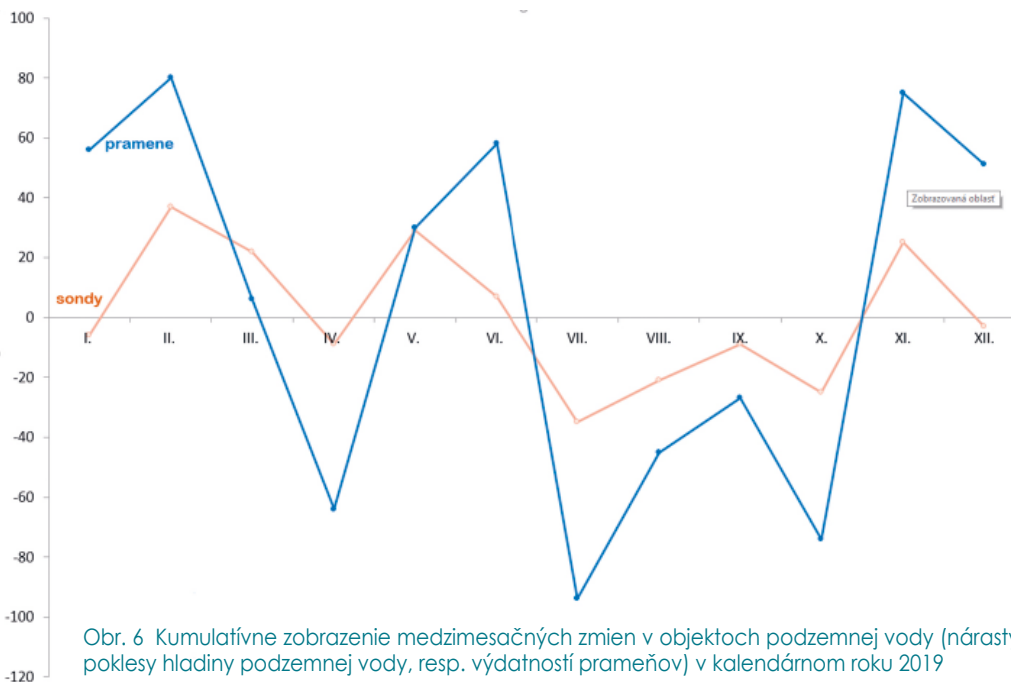
Obr. 2 Legenda k vybraným mapovým výstupom (obr. 3, 4, 8)



Obr. 4 Priestorové hodnotenie podzemnej vody v novembri 2019



Obr. 5 Hodnotenie jednotlivých mesiacov kalendárneho roka 2019 z aspektu podzemnej vody



Obr. 6 Kumulatívne zobrazenie medzimesačných zmien v objektoch podzemnej vody (nárasty/poklesy hladiny podzemnej vody, resp. výdatností prameňov) v kalendárnom roku 2019

(priemerná teplotná odchýlka +1,7 °C), ale zrážkovo podnormálny, čo spôsobilo negatívnu zmenu (poklesy) v hladinách podzemnej vody a výdatností prameňov. Mesiac august bol taktiež teplotne nadnormálny (priemerná teplotná odchýlka +3,3 °C) a zrážkovo podnormálny (78% normálu). Z hľadiska hodnotenia podzemnej vody boli mesiace júl a august zaradené medzi podpriemerné mesiace. Nepriaznivé klimatické pomery z pohľadu dopĺňania podzemnej vody pretrvávali aj po lete v septembri, ale najmä v októbri (oba mesiace zaradené k podpriemerným mesiacom). September bol zrážkovo a teplotne normálny (108% normálu, priemerná teplotná odchýlka +0,9 °C), október bol zrážkovo podnormálny, s deficitom zrážok 25 mm (59% normálu), a teplotne nadnormálny (priemerná teplotná odchýlka +2 °C).

Teplotne nadnormálne boli aj posledné dva mesiace v roku 2019, a to november s priemernou teplotnou odchýlkou +4,4 °C a december s priemernou teplotnou odchýlkou +3,2 °C. Zrážkovo však patril november k extrémne nadnormálnym mesiacom (218% normálu) a december k zrážkovo nadnormálnym mesiacom (130% normálu). Práve tieto dva koncoročné mesiace hodnoteného roka, s vysoko nadpriemernými zrážkovými úhrnmi, významne pozitívne ovplyvnili stav podzemnej vody na konci kalendárneho roka 2019 a spôsobili významné zlepšenie naplnenosti hydrogeologických štruktúr v porovnaní so začiatkom kalendárneho roka 2019. November bol nadpriemerným mesiacom, v ktorom úrovne hladín podzemnej vody a výdatností prameňov dosiahli výrazne vyššie hodnoty, ako je dlhodobý normál referenčného obdobia (pozorovaný výskyt najmä v centrálnej časti Slovenska (modrá farba, obr. 4, 5). December bol následne druhý nadpriemerný mesiac v roku 2019 (obr. 5)

a udržal stav podzemnej vody na priemerných hodnotách zodpovedajúcich referenčnému obdobiu 1981 – 2010.

ZÁVER

Uplynulý rok 2019 bol vo všeobecnosti teplý, s priemernou ročnou teplotou vzduchu v rámci Slovenska $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a s priemernou ročnou teplotnou odchýlkou $+1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Z hľadiska zrážkového úhrnu bol rok 2019 zaradený medzi nadnormálne roky, čo bolo spôsobené hlavne výskytom dvoch extrémne nadnormálnych mesiacov, a to mája a novembra. Toto nerovnomerné rozloženie zrážok spôsobilo, že v rámci dopĺňania hydrogeologických štruktúr došlo k výraznejšiemu nárastu hladín podzemnej vody a výdatností prameňov iba v mesiacoch február, máj – jún, mierne v období august – september, ale najmä v mesiaci november (obr. 6).

Rok 2019 ako celok hodnotíme z hľadiska podzemnej vody ako podpriemerný (obr. 5, 7, 8). Najvýznamnejší dosah sucha na podzemnú vodu sme v tomto roku zaznamenali v povodí stredného a horného Váhu a na krajnom východe (obr. 8). Zrážkovo nadpriemerné mesiace na konci kalendárneho roka spôsobili, že oproti začiatku kalendárneho roka 2019 došlo na jeho konci k zlepšeniu stavu podzemnej vody. Je to zrejme z obrázka 9, ktorý porovnáva stav podzemnej vody medzi začiatkom a koncom kalendárneho roka 2019 (územia s pozitívnym dosahom sú vyznačené modrou farbou).

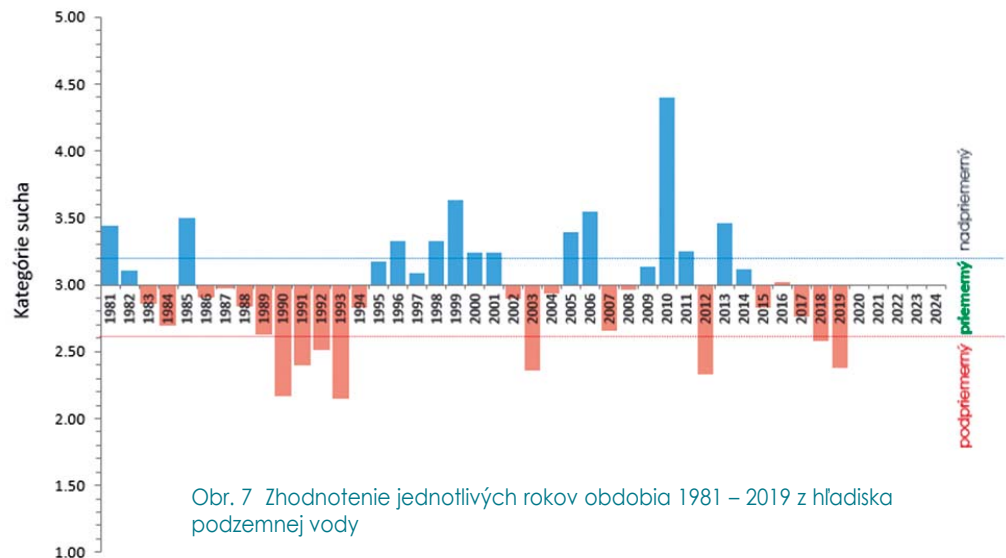
Literatúra:

Bochniček, O., Faško, P., Jakubíková, V. et al.: *Bulletin meteorológia a klimatológia* (Január – December 2019), roč. 25, č. 1 – 12, SHMÚ 2018.

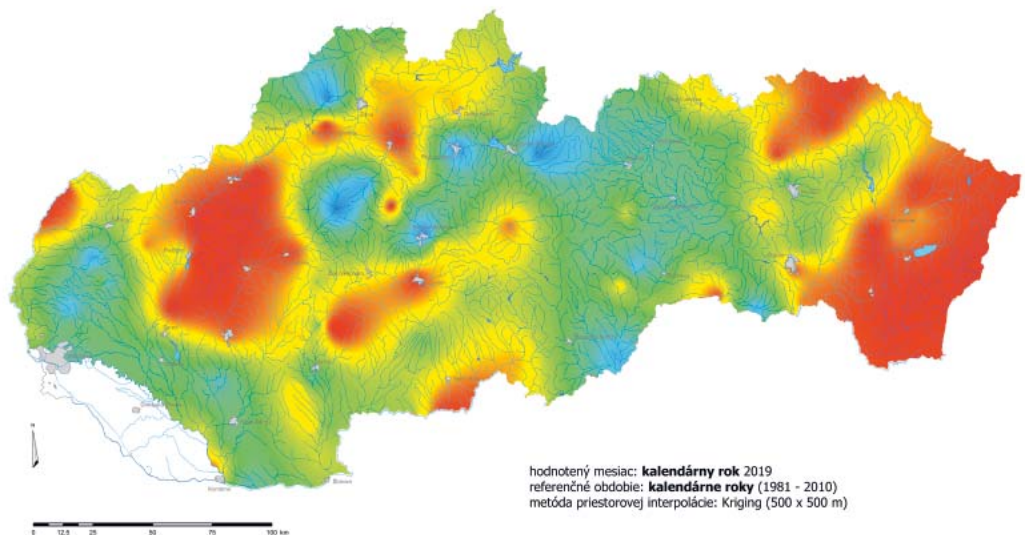
Klimatológia mapové produkty: <http://www.shmu.sk/sk/?page=1610&id>.

Slivová, V., Kullman, E., Palušová, Z.: Zhodnotenie kalendárneho roka 2018 z pohľadu podzemnej vody. *Vodohospodársky spravodajca* 5 – 6, 2019, s. 16 – 19.

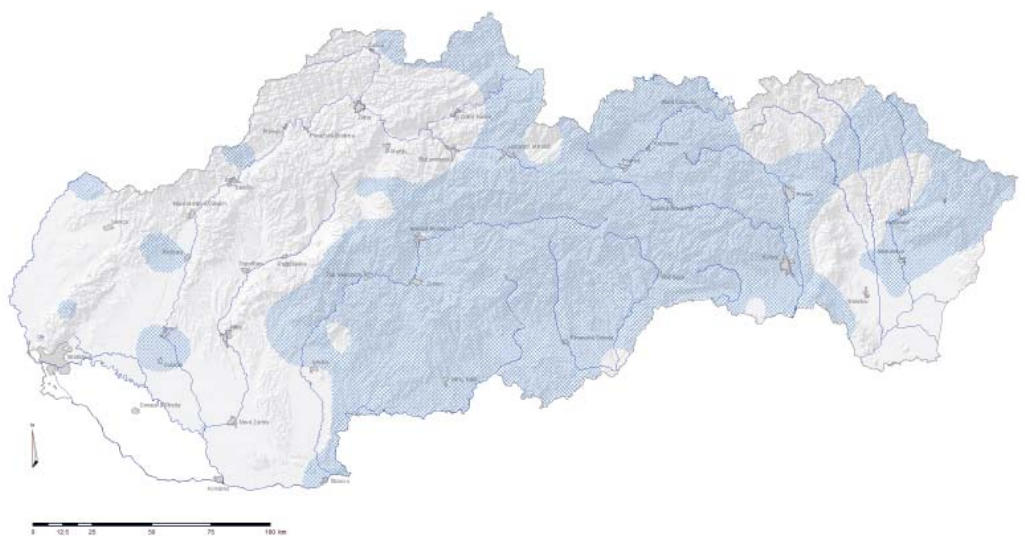
Operatívna databáza podzemných vôd SHMÚ: http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=pzv_kvantifika.



Obr. 7 Zhodnotenie jednotlivých rokov obdobia 1981 – 2019 z hľadiska podzemnej vody



Obr. 8 Priestorové hodnotenie podzemnej vody v kalendárnom roku 2019



Obr. 9 Situačná mapa zmien podzemnej vody medzi začiatkom a koncom kalendárneho roka 2019

Odstraňovanie nelegálnych objektov z pobrežných pozemkov vodnej stavby Veľká Domaša

Ing. Marián Bocák, Ing. Eva Kolesárová
Slovenský vodohospodársky podnik, štátny podnik

Slovenský vodohospodársky podnik (SVP), štátny podnik, na základe uznesenia vlády SR začal v polovici februára odstraňovať nelegálne objekty z pobrežných pozemkov vodnej stavby (VS) Veľká Domaša s termínom splnenia úlohy do konca apríla 2020.

Problematickou nelegálnych objektov sa SVP, š. p. zaoberá už 20 rokov. Rybárske prístrešky, ktoré neskôr prerástli do obytných objektov, vyradené staré karosérie, maringotky či unimobunky začali postupne zaplňať pobrežné pozemky VS Veľká Domaša a ani upozornenia, výzvy a kontroly kompetentných pracovníkov nezastavili ich prírúbanie. Pomoci zo stra-

móla či karavany a pod., vtedy môžeme hovoriť o nelegálnych objektoch.

Je veľmi náročné zamedziť stavbe nelegálnych objektov a v súčasnosti právne predpisy neupravujú taký postup, ktorý by SVP, š. p. všeobecne umožňoval riešiť situáciu odstraňovania nelegálne umiestnených objektov na pozemkoch v jeho správe, a to tak vo vzťahu k nelegálnym objektom, ktoré sú stavbami, ako aj k nelegálnym objektom, ktoré sú hnutelnými vecami.

Z hľadiska SVP, š. p. ide o dlhodobý problém, ktorý sa čoraz viac prehľbuje najmä pri vodných nádržiach s využitím aj na rekreačné účely, kde narastá neorganizovaná zástavba a neregulovaná rekreácia aj na pozemkoch vo vlastníctve štátu. Z vyššie uvedených dôvodov SVP, š. p. priebežne, už od roku 1999, zaznamenával výskyt nelegálnych objektov na pozemkoch v jeho správe, a to nielen na vodnej stavbe Veľká Domaša, ale aj na ďalších vodných stavbách vyvíjal aktivity vo vzťahu tak k identifikovaným vlastníkom, ako aj k príslušným orgánom, aby zabezpečil nápravu uvedeného stavu. V prípade nelegálnych objektov, ktoré majú známeho majiteľa, sa tento fakt oznámil príslušným stavebným úradom, ktoré majú v tejto veci konať v zmysle zákona, no vo väčšine prípadov ide o neznámych vlastníkov a naši pracovníci vylepujú výzvy na odstránenie ich objektov. V spolupráci s políciou SR, ako aj za účasti médií sa naši pracovníci pokúšali hlavne počas letnej turistickej sezóny identifikovať vlastníkov týchto objektov, no žiaľ, vo väčšine prípadov bezvýsledne.

V prípade vodnej stavby Veľká Domaša, kde stavebné úrady príslušných obcí nekonajú v dostatočnej miere a svoje povinnosti presúvajú na štát, vláda SR aj z tohto dôvodu na základe podrobného návrhu a plánu na odstraňovanie nelegálnych objektov z dielne SVP, š. p., schválila návrh na odstraňovanie nelegálnych objektov v okolí VS Veľká Domaša, ktorý sa pretransformoval do Uznesenia vlády č. 584 zo 4. decembra 2019. Z tohto návrhu vyplýva, že nelegálne objekty, na ktorých sa už aj opakovane nachádzajú výzvy na ich odstránenie, sa klasifikujú ako nájdená vec a po odpratání z pobrežných pozemkov ich sústreďujú na vopred určenom pozemku počas jedného roka. Ak sa dovtedy majiteľ neprihlási, prepadne štátu, resp. budú zlikvidované. V tejto súvislosti SVP, š. p. zadal Ústavu súdneho zneuctva pri STU v Bratislave úlohu zamerať a ohodnotiť jednotlivé nelegálne stavby a objekty na účely ďalšieho nakladania s nimi. V prípade, že sa do stanovenej lehoty majiteľ objektu prihlási, bude sa



Vodná stavba Veľká Domaša

ny štátnych orgánov sa vodohospodári nedočkali, stavebné úrady ich nepokladali za stavby, takže ich odstraňovanie bolo takmer legislatívne nemožné.

Úvodom je však potrebné rozlíšiť pojmy nelegálne stavby a nelegálne objekty tak, ako ich definuje zákon. Nelegálna stavba je taká, ktorá je pevne spojená so zemou, resp. má elektrickú prípojku. V takom prípade má konať stavebný úrad, ktorý vydá rozhodnutie o odstránení stavby. Žiaľ, väčšinou bezvýsledne. Ak ide o pozbýjane prístrešky, provízorne



Celkovo sa na pozemkoch v správe SVP, š. p. nachádzalo viac ako 300 nelegálnych objektov

náklady hradí sám, v opačnom prípade budú náklady znášať všetci daňoví poplatníci.

V okolí vodnej stavby Veľká Domaša sa na pozemkoch SVP, š. p. ešte začiatkom prác na odstraňovaní týchto objektov nachádzalo viac ako 300 nelegálnych objektov, z toho asi 90 objektov, ktorých vlastníci boli známi a zvyšok nemalo známeho vlastníka. Ďalšie objekty sa nachádzajú na území v správe jednotlivých obcí a urbárskych spoločenstiev.

Umiestňovaním nelegálnych objektov pod úroveň maximálnej retenčnej hladiny dochádza aj k obmedzovaniu preventívnych opatrení ochrany pred povodňami, čo môže v nemalej miere sťažovať elimináciu nepriaznivých následkov povodní na ľudské zdravie, život, majetok, životné prostredie alebo na hospodársku činnosť. Osadzovaním takýchto objektov sa poškodzujú brehy a brehové opevnenia vodnej nádrže. Umiestňovanie takýchto objektov má výrazný negatívny dosah na vlastnícke práva majiteľov dotknutých pozemkov, môže mať negatívny vplyv na ochranu kvality vôd, bráni rozvoju potenciálnej podnikateľskej činnosti vykonávanej v súlade s príslušnými právnymi predpismi (napr. v oblasti cestovného ruchu) a zároveň má aj výrazne negatívny estetický efekt daného územia. Pri náhlom vzostupe hladiny môže objekty zaplaviť voda a do vody sa tak môžu dostať nebezpečné látky, odpad a fekálie. Pri následnom odplavení objektov sa môže poškodiť aj hrádza, prípadne iné časti alebo zariadenia vodnej stavby, resp. obmedziť ich funkčnosť. V súvislosti s užívaním takýchto objektov dochádza k produkcii tuhého komunálneho odpadu, čo zapríčiňuje aj vznik divokých skládok a dané územie stráca na atraktivite.

Cieľom návrhu plánu odstránenia nelegálnych stavieb a objektov na pozemkoch v správe SVP, š. p. pri vodnej stavbe Veľká Domaša je postupne prispieť k vyriešeniu dlhotrvajúceho problému umiestňovania nelegálnych objektov v blízkosti vodných nádrží vo vlastníctve štátu na celom Slovensku.

Aj napriek vyhrážkam našim zamestnancom zo strany utajených vlastníkov týchto objektov sa aj vďaka medializácii doteraz neznámi majitelia stali známymi a začali si tieto objekty odstraňovať svojpomocne. Od začatia prác (17. 2. 2020) sa z celkového počtu 302 objektov odstránilo spolu 271, z toho 111 objektov si odstránili ich vlastníci a 160 pracovníci SVP, š. p. Z 31 ostávajúcich objektov je 27 napojených na elektrickú prípojku, a teda tu sa bude postupovať v zmysle stavebného zákona prostredníctvom príslušného stavebného úradu. Z uvedeného vyplýva, že zo strany SVP, š. p. treba odstrániť 4



Na objekty boli aj opakovane vylepované výzvy na odstránenie objektov

objekty, čo sa vzhľadom na dostupnosť a aktuálnu výšku hladiny zrealizuje, keď to hydrologická situácia dovolí.

Je potrebné poukázať aj na to, že SVP, š. p. pri týchto prácach využíva vlastné finančné prostriedky, ktoré bude následne vymáhať od zistených vlastníkov, resp. bude žiadať refinancovanie od štátu, a teda všetci daňoví poplatníci zaplatia za to, že niekto si dovoľí postaviť čiernu stavbu na cudzom pozemku.

Podobná situácia je aj na iných stavbách na Slovensku. Či už je to Ružín, Liptovská Mara, Zemplínska šírava, okolie Dunajca a pod., teda všade tam, kde chcú obyvatelia bez ohla-



Nakladanie jedného z prvých nelegálnych objektov

du na to, či sú to chatári, rybári, využívať prostredie vodných stavieb, a to nelegálne. Žiaľ, s týmto fenoménom náš podnik zápasí už desaťročia. Ak sa návrh, ktorý schválila vláda SR v prípade VS Veľká Domaša, ujme, bude sa takýto postup uplatňovať aj na iných pozemkoch v správe SVP, š. p. na celom Slovensku.

Veríme, že týmto krokom sa vyrieši situácia, keď dekády nelegálne stavaných objektov ohrozovali nielen samotné vodné stavby a obyvateľov, ale špatili aj okolie vodných nádrží, a tým devastovali životné prostredie. Sme radi, že takýmto spôsobom SVP, š. p. zvýši ich atraktivitu, a tak podporí aj rozvoj cestovného ruchu.

Foto: archív SVP, š. p.

Odstraňovanie sedimentov z plavebnej dráhy v zdrži Hrušov Vodného diela Gabčíkovo

Ing. Ivo Dvořák, Ing. Zdeňek Kozel, PhD., Tibor Nagy, Ing. Peter Ščasný
Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., Odštepny závod Bratislava

ÚVOD

Všetky vodné toky prinášajú plaveniny a splaveniny, ktoré sa ukladajú vo forme sedimentov v rôznych miestach vodného toku, hlavne tam, kde klesá ich unášacia rýchlosť. Rieka Dunaj na územie Slovenska príplaví rôzne frakcie materiálu. Hrubšie štrkové sedimenty sa ukladajú od Devína až po riečny kilometer (rkm) 1 863 na juhu Bratislavy. Jemné pieskové a ílové sedimenty sa ukladajú pri minimálnych unášacích rýchlostiach v zdrži Hrušov. Jednou z hlavných úloh Závodu Dunaj je udržiavať plavebnú dráhu splavnú na plynulú a bezpečnú medzinárodnú plavbu na našom hraničnom a národnom úseku rieky Dunaj.

Stredisko lodnej dopravy zabezpečuje osobnú a hlavne nákladnú dopravu na Dunaji. Vykonáva remorkáž všetkých plávajúcich mechanizmov bez vlastného pohonu a počas zimného režimu v prípade potreby láme ľady na rieke a v prístavoch. Stredisko prevádzky vodných tokov zabezpečuje údržbu a opravu pobrežných znakov na Dunaji a kosením a rezaním porastov ich dobrú viditeľnosť. Stredisko stavebno-montážnych činností sa zaoberá výstavbou, opravou a údržbou vodohospodárskych stavieb nielen v rámci OZ Bratislava, ale aj celého SVP, š. p.

Dôležitou súčasťou závodu je Stredisko bagrovacích prác, ktoré pomocou plávajúcich korčekových bagrov bagruje dunajské brody, ktoré sú najväčšou prekážkou bezpečnej



Obr. 1 Znížená hladina v zdrži, 2017 [1]

ZÁVOD DUNAJ A JEHO ÚLOHY

Slovenský vodohospodársky podnik, ako správca vodného toku Dunaj, je zodpovedný za udržiavanie a zlepšovanie podmienok na prevádzku plavidiel na Dunaji. Potreba plynulej a bezpečnej plavby predstavuje bagrovacie brody, opravy brehových opevnení a smerových stavieb, vytyčovanie plavebnej dráhy, umiestňovanie a údržbu plavebných a brehových znakov. Tieto práce sú jedinečné v rámci celého SVP, š. p. a ich vykonávateľom je v plnej miere Závod Dunaj ako jeden z piatich závodov a správ v rámci Odštepneho závodu (OZ) Bratislava.

Každé stredisko Závodu Dunaj sa podieľa na udržiavaní bezpečnej plavby na Dunaji. Jednu z dôležitejších úloh plní stredisko vytyčovania plavebnej dráhy, ktoré upravuje plavebnú dráhu, vymiera dostatočné hĺbky a šírky plavebnej dráhy.

plavby lodí na Dunaji. Vyfažený materiál prepravujú motorové elevátorové pramice ku korčekovým elevátorom, ktoré tento materiál vyložia na breh. Dunajský štrk je veľmi kvalitný, a preto sa ďalej predáva ako vhodný stavebný materiál. Ak obsahuje prímеси ílu, je vhodný ako výplň smerných stavieb priamo na Dunaji.

VODNÉ DIELO GABČÍKOVO

Sedimenty v Dunaji

Materiál dopravený na naše územie riekami Dunaj a Morava z pohraničného regiónu sa periodicky usadzuje v totožných lokalitách. Usadzovanie väčších frakcií sa deje na slovensko-rakúskom úseku v obratisku Devín a brode Käsmacher. Výrazná sedimentácia sa prejavuje na nacionálnom



Obr. 2 Zmena tvaru plavebnej dráhy v 32. km, 2015 [3]

úseku pri petržalskom brehu od Mosta SNP v rkm 1 869 po vtok do ramena Zuzana v rkm 1 863. Pri rozšírení prietokového profilu v zdrži významne klesne rýchlosť prúdenia a nádrž zanáša jemný materiál piesčitých a ílovitých sedimentov.

Zdrž Hrušov

Zdrž Hrušov je súčasťou Vodného diela (VD) Gabčíkovo. Vznikla výstavbou priečných objektov v Čunove, ktoré prehradili staré koryto Dunaja a zavzduli vodnú hladinu pre derivačný kanál VD Gabčíkovo. Samotná zdrž sa začína napojením na prívodný kanál Vodného diela Gabčíkovo a končí sa približne v rkm 1 860 Dunaja. Bola vytvorená vzdutím hladiny Vodným dielom Gabčíkovo a stupňom Čunovo vybudovaným na rieke Dunaj medzi obcami Čunovo a Hamuliakovo.

Plavebná dráha

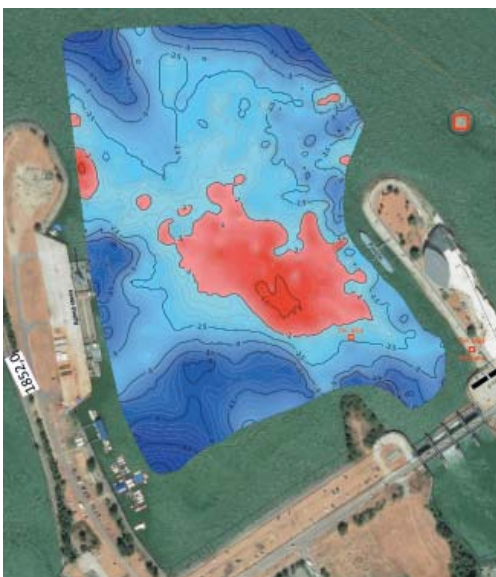
Cez zdrž prechádza plavebná dráha dlhá 13,6 km, napojená na plavebnú dráhu v koryte Dunaja v rkm 1 853 a končí sa napojením na prívodný kanál VD Gabčíkovo. Plavebná kyneta so šírkou v dne 180 m má zabezpečenú plavebnú hĺbku 25 dm aj pri nízkych vodných stavoch [2].

Pôvodná plánovaná trasa v 32. kilometri bola v geometrickej osi zdrže. V plavebnej dráhe sa sedimenty usadzovali príliš veľkou rýchlosťou a ich ročný prírastok bol približne 10 cm. Odstraňovanie materiálu bolo ekonomicky nevýhodné a nadmieru vyťažovalo bagrovacie práce na úkor iných lokalít.

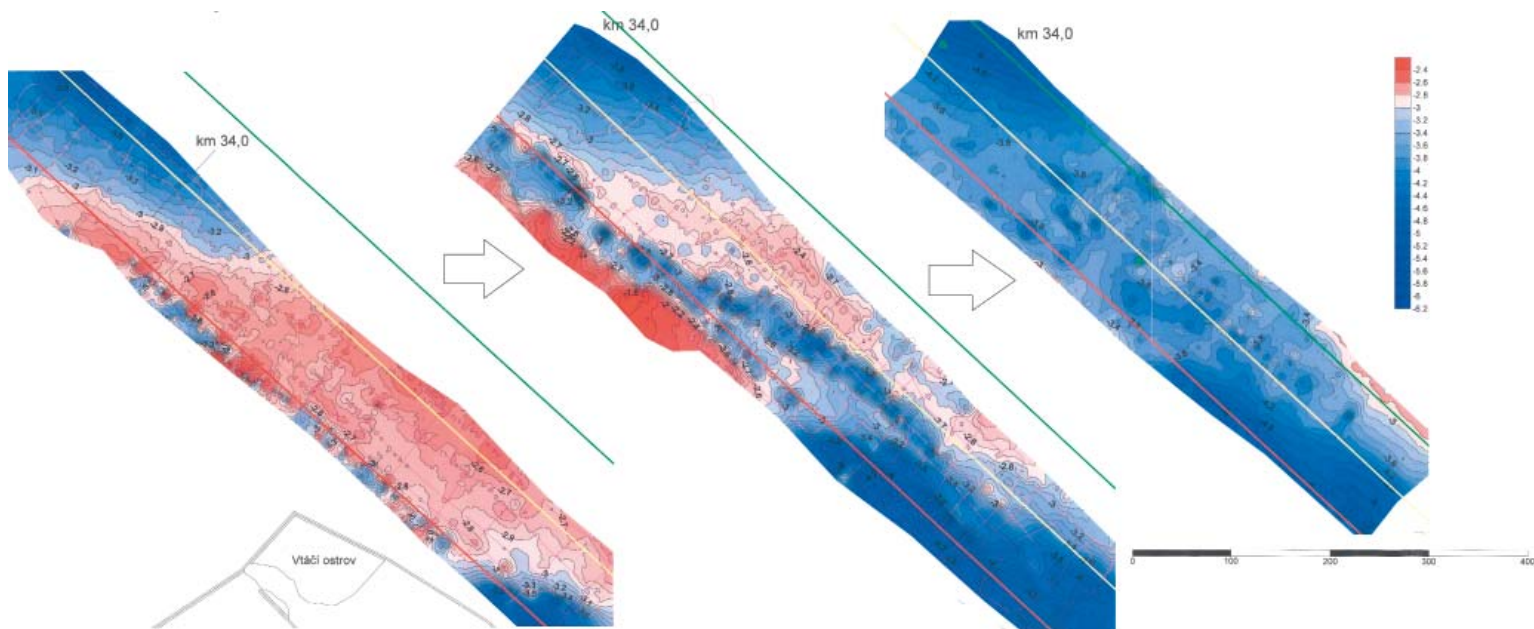
Plavebná dráha bola v roku 2015 posunutá v 32. km o 500 m južnejšie k Vtáčiemu ostrovu. V súčasnosti je plavebná dráha vyznačená kamennými homolami s osadenými plavebnými znakmi. Rozhodnutie Závodu Dunaj o preložení plavebnej dráhy bližšie k Vtáčiemu ostrovu sa ukázalo ako správne. Táto časť plavebnej dráhy kopíruje prúdenie toku v zdrži a nedochádza tak k masívnemu ukladaniu materiálu ako v pôvodnej plavebnej dráhe.

Lokality bagrovania

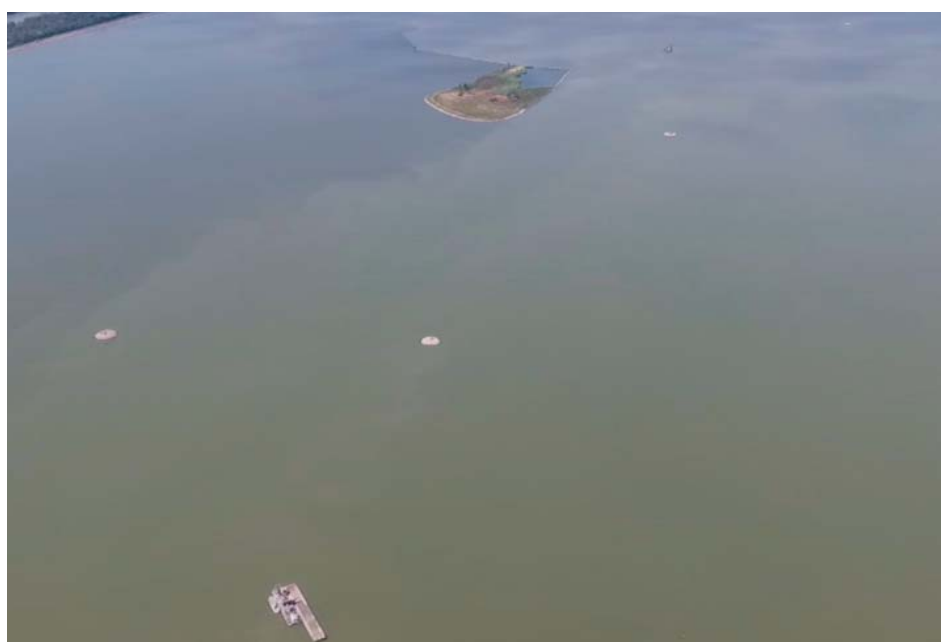
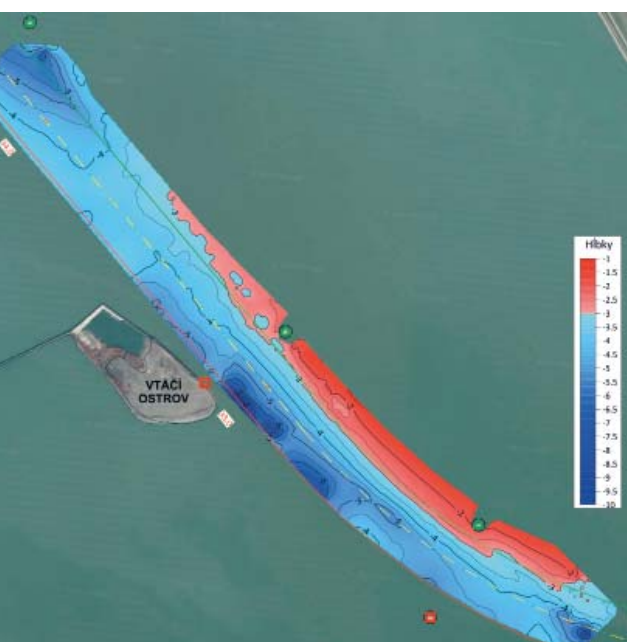
Pre udržiavanie plavebnej dráhy je dnes najväčším problémom ohromné množstvo sedimentov, ktoré sa usádzajú v celej zdrži. Keďže nie je vypracovaný plán na odstránenie sedimentov zo zdrže, bagrovacie práce sa sústreďujú na najnevyhnutnejšie lokality, a to bagrovanie kynety plavebnej dráhy a v blízkosti vodohospodárskych objektov.



Obr. 3 Zameranie dna pred hafou, 2018 [4] a zanesenie pred hafou v inundácii, 2017 [1]



Obr. 4 Sondosnímký zachycujúce postup bagrovacích prác, 7 – 12/2017 [4]



Obr. 5 Sondosnímký 32. – 33. km [4], 2018, Práce na 32. – 33. Km, 2017 [1]

Momentálne najväčšmi sledovanou oblasťou je prístav pred hafou na obtoku. Táto haf odkláňa vodu priamo z plavebnej dráhy do starého koryta Dunaja. Pred hafou je vytvorený čiastočne krytý prístav, ktorý v kombinácii s malým prietokom cez haf v bežnej prevádzke spôsobuje usadzovanie materiálu priamo v strede plochy prístaviska. Obdobná situácia je aj pred hafou v inundácii.

Rizikový úsek je aj 33. – 34. km kynety, v ktorom sa zhromažďuje materiál priamo na dne a po stranách plavebnej dráhy. Tento úsek je pravidelne monitorovaný a prehlbovaný podľa prevádzkových potrieb. V danej lokalite sa bagrovalo plošne v roku 2017.

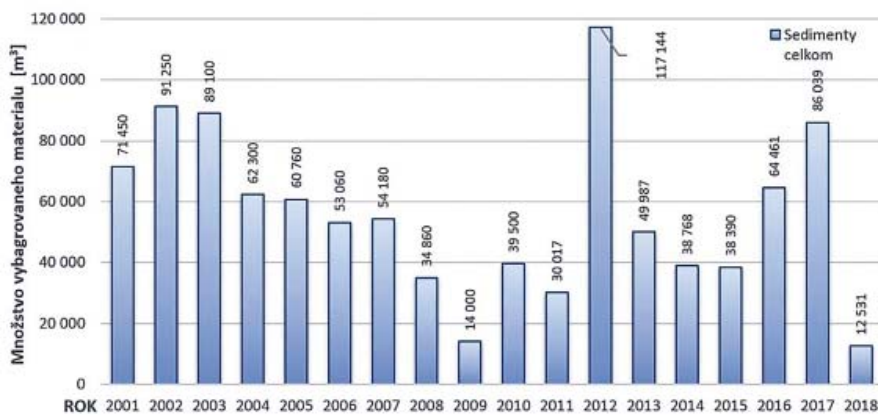
Pri Vtáčom ostrove v 32. – 33. km zdrže Hrušov vytvára ľavú stranu plavebnej dráhy značenie na kamenných homoliach. V priestore medzi homolami sa každoročne dno okraja kynety plavebnej dráhy upravuje do pôvodného tvaru. V roku 2018 sme z kraja kynety vybagrovali 12 500 m³ materiálu.

Odstraňovanie sedimentov

Závod Dunaj v posledných rokoch realizoval práce vo viacerých lokalitách. Dve najväčšie práce sa urobili v roku 2012, keď sa vyťažilo cca 30-tisíc m³ pred hafou v inundácii a v roku 2016 sa celoplošne bagroval priestor prístavu pred hafou na obtoku v objeme 45-tisíc m³. V minulom roku sa vykonávalo menšie odstraňovanie nánosov nad plavebnou komorou stredovej hati pred náplustným objektom športového kanála v objeme 8 500 m³.

Použitý mechanizmy

Vyťažený materiál je predovšetkým piesčito-ílovitá zmes jemných sedimentov. Ťaženie riedkej zmesi dvojčelustvým drapákovým zariadením na 16-tonovom plávajúcom žeriave nie je efektívne, preto sa používa len pri hĺbkových prácach,



Graf 1 Bagrovanie sedimentov VD Gabčíkovo od roku 2001 [5]

Ukladanie vyťažených sedimentov

Vyťažený materiál zo zdrže Hrušov sa v minulosti ukladal na rôzne lokality ako napr. na brehovú nadzemnú skládku nad haľou v inundácii. Táto skládka sa dnes nevyužíva a je pokrytá náletovým porastom. V roku 2013 sa po predĺžení Muchovej hrádze z vyťaženého materiálu začalo rozširovanie smernej stavby na jej južnej strane.

Na návrh ochranárov vtáctva sa začal zabudovávať materiál mimo obdobia hniezdenia aj za kamenným opevnením Vtáčieho ostrova. Ukladanie

Tab. 1 Bagrovanie VD Gabčíkovo od roku 1992 v m3 [5]

Lokalita	Zdrž Hrušov	Vodné dielo Čunovo	Zdrž spolu	O.K. V.D. Gabčíkovo	Sedimenty celkom
1992		121 675	121 675	971 629	1 093 304
1993		82 437	82 437	560 357	642 794
1994		373 150	373 150	421 908	795 058
1997	118 652		118 652	49 750	168 402
2001	71 450		71 450		71 450
2002	91 250		91 250		91 250
2003	89 100		89 100		89 100
2004	62 300		62 300		62 300
2005	60 760		60 760		60 760
2006	53 060		53 060		53 060
2007	54 180		54 180		54 180
2008	34 860		34 860		34 860
2009	14 000		14 000		14 000
2010			0	39 500	39 500
2011			0	30 017	30 017
2012	45 288		45 288	71 856	117 144
2013	49 987		49 987		49 987
2014	38 768		38 768		38 768
2015	38 390		38 390		38 390
2016	64 461		64 461		64 461
2017	86 039		86 039		86 039
2018	12 531		12 531		12 531
Spolu	985 076	455 587	1 440 663	1 173 388	2 614 051

fažení materiálu pri kolmých stenách a na vykladanie materiálu z tlačných člnov.

Na zdrž Hrušov bol nasadený aj korčekový bager s maximálnym možným výkonom 160 m³/h, avšak lepkavé vlastnosti usadeného materiálu spôsobovali zalepovanie lyžíc korcov, čím podstatne znížili účinnosť bagrovania.

Na presnejšie práce sa využíva kombinácia plošín Buková a Kunov, na ktorej je upevnený pozemný bager s hĺbkovou lyžicou na predĺženom ramene. Tento mechanizmus je zatiaľ najefektívnejším nástrojom na lokálne práce v zdrži. V spolupráci s bagrami sa používajú i nákladné člny s remorkermi. Najvhodnejším riešením by bolo nasadenie scieho bagra, ktorým SVP, š. p. momentálne nedisponuje.



Obr. 6 Ťažba sedimentov [6] a vykladanie za Muchovú hrádzu, 2018 [6]



Obr. 7 BD Vtáčnik vykladajúci sedimenty do nákladného člna, 2017 [1]



Obr. 8 BD Kunov pri prácach v Čunove, 2018 [6]



Obr. 9 Muchová hrádza, 2017 [1], BD Gemer vykladajúci materiál, 2018 [6]



Obr. 10 Vtáčí ostrov so zabudovaným materiálom, 2018 [7]

materiálu na Vtáčí ostrov a za Muchovu hrádzu ocenili ochránari vodného vtáctva ďakovným listom. Okrem týchto skládok sa materiál ukladal aj do lokálnych depresí za Vtáčím ostrovom.

ZÁVER

V súčasnosti Slovenský vodohospodársky podnik, š. p. zabezpečuje v potrebnom rozsahu práce na odstraňovaní sedimentov z plavebnej dráhy a ich ukladanie. Vďaka projektu DAREM Závod Dunaj v tomto roku dostane dva výkonné bagre na plávajúcich plošinách na odstraňovanie sedimentov zo zdrže. Aj Vodohospodárska výstavba bude v krátkom čase disponovať výkonnou ťažiacou technikou na sedimenty. Je známe, že lokality v zdrži Hrušov majú obmedzenú ka-



pacitu na ukladanie tohto materiálu. Preto bude nevyhnuté myslieť na budúcnosť a uvažovať, kde sa bude vyťažný materiál uskladať a či využívať na druhotné spracovanie.

Príspevok bol prezentovaný na IX. konferencii s medzinárodnou účasťou Sedimenty vodných tokov a nádrží 2019 v Šamoríne-Čilistove.

Foto: archív SVP, š. p.

Literatúra:

- [1] VD Gabčíkovo a znížená vodná hladina Hrušov. Záznam z preletu dronu, Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., OZ BA, Bratislava 2017.
- [2] Manipulačný poriadok SVD Gabčíkovo – A.4.4.3 Plavebná kyneta, Min. dopravy a výstavby Slovenskej republiky, Bratislava, dostupné dňa 8. 4. 2019 na http://www.gabcikovo.gov.sk/old.gabcikovo.gov.sk/doc/manip/A_4_4.htm.
- [3] Projekt vytyčovania plavebnej dráhy Dunajca v úseku km 1880,2 – 1811,0; Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., OZ BA, Bratislava 2015.
- [4] Batymetrické merania. Bagrovacie práce Závodu Dunaj, Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., Bratislava 2018.
- [5] Archív fakturácie Závodu Dunaj, Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., Bratislava 2018.
- [6] Archív fotografií – zamestnanci Závodu Dunaj, Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., Bratislava.
- [7] Ridzoň, J. – Benko, Š. – Chudý, A. – Svetlík, J.: *Vtáčí ostrov na Dunaji – premeny a význam*, ISBN 978-80-570-0722-7, 2019.

Zanášanie Vodného diela Gabčíkovo

Ing. Rastislav Rajniak

Slovenský vodohospodársky podnik, štátny podnik

ÚVOD

Dunaj, vstupujúci na územie Slovenska cez Devínsku bránu, je významným činiteľom určujúcim morfológiu aj celkový charakter krajiny, ktorou preteká. Nezanedbateľný vplyv na týchto procesoch má trvalý transport plavenín a splavenín, ktoré Dunaj so sebou prináša.

na Dunaji. Do roku 1970 sa vybuďoval súvislý hrádzový systém. V tomto období sa začala aj výstavba vodných elektrární na rakúskom území. Roky 1970 – 1992 priniesli rozmach nielen priemyselnej ťažby štrkov z koryta Dunaja, ale aj ťažby pre postupné zlepšovanie plavebných podmienok. Všetky tieto udalosti mali vplyv na režim plavenín a splavenín a na morfológiu dna Dunaja.



Obr. 1 Zdrž nad haľou v inundácii pri HV Čunovo, 129,05m n. m.

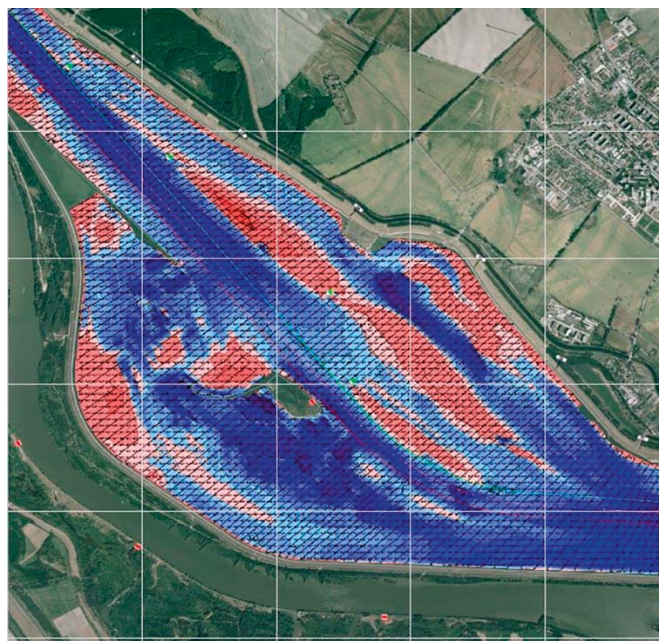
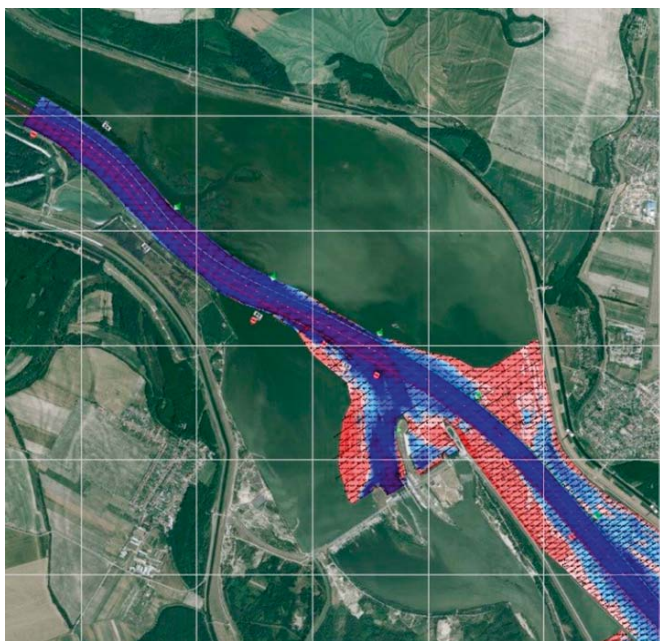
Ešte v 18. storočí bol Dunaj voľne meandrujúci tok, vytvárajúci množstvo ramien a väčších či menších ostrovov. Z dôvodu častých povodní sa postupne od 13. storočia začal budovať systém protipovodňovej ochrany. V 19. storočí sa vplyvom rozmáhajúcej sa lodnej dopravy začalo formovanie jednotného koryta, ktoré malo zabezpečiť plavebnú dráhu

VODNÉ DIELO GABČÍKOVO

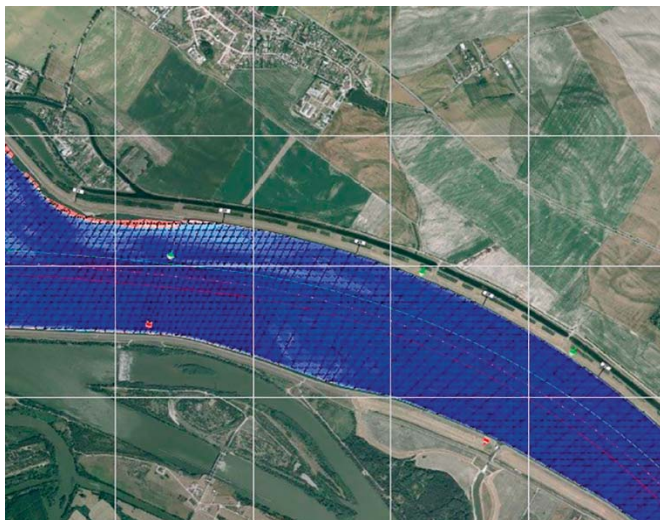
Významná zmena nastala v roku 1992, keď sa do prevádzky spustilo Vodné dielo (VD) Gabčíkovo. Uvedením vodného diela do prevádzky prišlo k zmene sedimentačných procesov, ako aj morfológie koryta. Tieto zmeny sa prejavujú vo



Obr. 2 Zdrž ľavá strana, cca pl. km 38,00 pri HV Čunovo, 129,05m n. m.



Obr. 3, 4 (zľava doprava) a 5 (dolu) Zdrž Vodného diela Gabčíkovo, r. km 1 856 – pl. km 26,00



väčšej či menšej miere na všetkých objektoch VD. Vplyvom zníženia unášacích rýchlostí nastala hlavne v zdrži sedimentácia transportovaného materiálu. Pre zabezpečenie požadovaných plavebných podmienok musel SVP, š. p., od roku 2001 v zdrži Hrušov odstraňovať sedimenty z plavebnej kynetety. Ide o trvale zanášajúci úsek pri Vtáčom ostrove pl. km 30,50 – 34,00, kde sa v období rokov 2001 – 2018 vybagrovalo 912 080 m³ usadeného materiálu. V dôsledku neustáleho nadmerného ukladania sedimentov a problémov s udržaním bezpečných podmienok plavby odsúhlasili v máji 2015 a následne realizovali presun úseku plavebnej dráhy v pl. km 32,00 – 34,00 bližšie k Vtáčiemu ostrovu. Okrem prác v plavebnej kynetete sa bagrovalo aj nad objektmi stupňa Čunovo. V rokoch 2010 – 2013 odstránili nad stredovou haťou a haťou v inundácii sedimenty v množstve cca 270-tisíc m³. Zámerom bolo zlepšenie prietoknosti horného priepichu, zvýšenie kapacity hate

Original Surface: Zdrz porealizačné zameranie 1992

User: Terek

Preference: Default

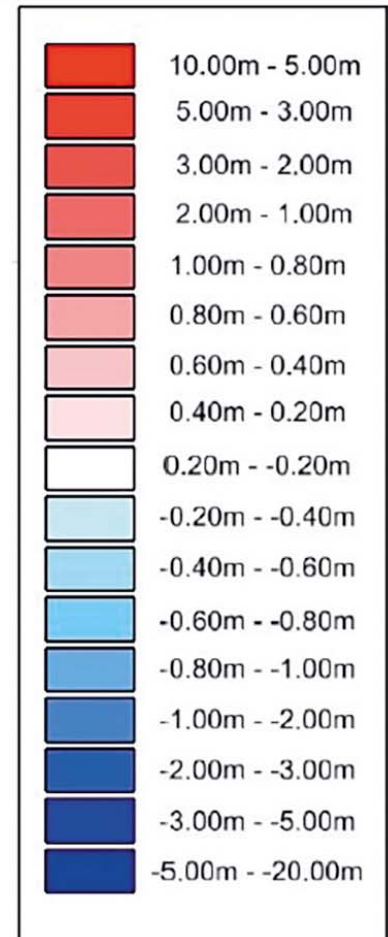
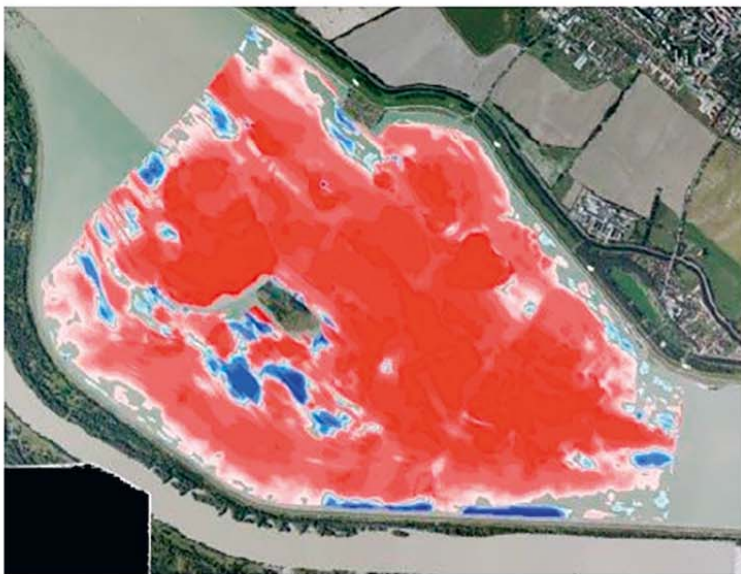
Type: Existing

Design Surface: Zdrz 2014 complete (batymetria)

Description:

Preference: Default

Type: Existing

Cut Factor: 1.0000**Fill Factor:** 1.0000odkopy: 711842.62 m³**násypy:** 19548577.93 m³

Obr. 6 Porovnanie rokov 1992 a 2014, pl. km 31,00 – 34,00

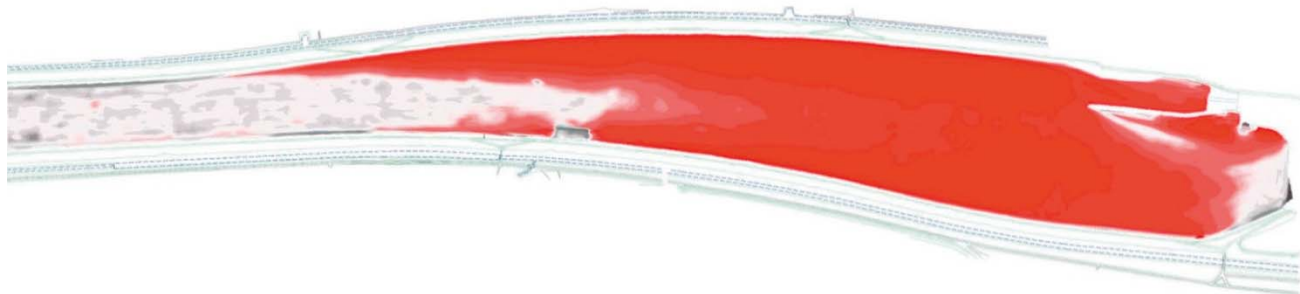
v inundácii počas extrémnych povodní, ale aj lepšie presunutie časti sedimentov do starého koryta Dunaja. Opakovaným odstraňovaním sedimentov pred haľou na obtoku v objeme cca 50-tisíc m³ došlo k zabezpečeniu bezpečnej plavby ladoborcov a osobných lodí. V roku 2018 sa tiež odstránilo 8 500 m³ nánosov z hornej rejdry pomocnej plavebnej komory. Na základe pravidelných meraní morfológie dna zdrže môžeme konštatovať, že horná časť nad stupňom Čunovo, s výnimkou plavebnej kynety a časti horného priepichu, dosahuje pri minimálnej prevádzkovej hladine hĺbku dna 0,5 – 2,0m.

Podobne je to aj na pokračujúcom úseku po cca pl. km 35,00, kde sú minimálne hĺbky na pravej strane pod galériou Danubiana, ako aj medzi smernou kamennou hrádzkou a pravostrannou hrádzkou na ľavom brehu Dunaja. Hĺbka dna pozdĺž plavebnej kynety je v tomto úseku 2,0 – 3,0m. Problematická je oblasť v úseku Vtáčieho ostrova, kde dochádza

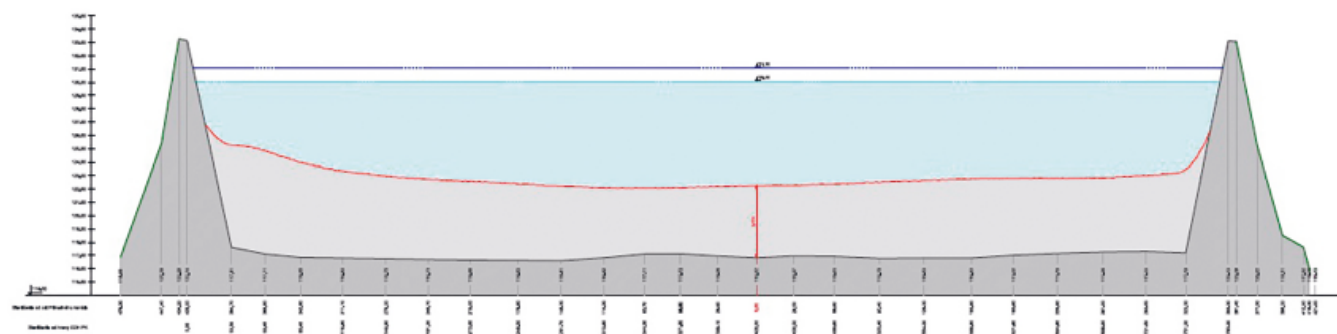
k trvalému ukladaniu sedimentov. Od plavebného km 31,50 sa objavuje úzky pás sedimentu pozdĺž ľavostrannej hrádzky zdrže a končí v plavebnom km 29,80. Hĺbka dna je od minimálnej prevádzkovej hladiny 2,0 – 3,0m.

Pracovníci SVP, š. p., Oddelenia hydromorfológie, vykonali na úseku plavebného km 31,00 – 34,00 porovnanie porealizačného zamerania morfológie dna z roku 1992 so zameraním v roku 2014. Výsledkom na sledovanom území je úbytok cca 712-tisíc m³ materiálu a nárast cca 19 550-tisíc m³. Dolná časť zdrže až po napojenie na prívodný kanál má pri minimálnej prevádzkovej hladine hĺbku dna 3,0 – 8,0m.

Pokračujúci úsek prívodného kanála je bez sedimentov, kde môžeme skôr konštatovať menšiu lokálnu eróziu dna. Vplyvom rozširovania prívodného kanála dochádza od plavebného km 13,25 v celom profile v dĺžke okolo 5km k masívnemu usadzovaniu sedimentov. Podľa posledného zamerania



Obr. 7 Sedimenty v prívodnom kanáli pl. km 8,600 – 13,250



Obr. 8 Najviac zanesený priečny profil prívodného kanála v pl. km 9,800

morfológie dna v roku 2018 a spracovaní výsledkov pracovníkmi SVP, š. p., Oddelenia hydromorfológie, objem sedimentov v uvedenom úseku predstavoval cca 10 600 000 m³. Výška sedimentov je od 5 – 6 m v osi kanála, po 8 – 9 m pri svahoch hrádzí. Zostávajúca prietoková plocha v najnepriaznivejšom profile porovnaná k minimálnej prevádzkovej hladine 130,10 m n. m. predstavuje z celkovej prietokovej plochy 56%. Odstraňovanie sedimentov sa rieši aj na objektoch plavebných komôr stupňa Gabčíkovo. V roku 2015 sa odstránilo z hornej rejdy 60-tisíc m³, z dolnej rejdy 21 180 m³. V súčasnosti sú v hornej rejde nánosy sedimentov v hrúbke cca 2 – 6 m. Pravidelné odstraňovanie sedimentov sa vykonáva aj po zahradení dolného, resp. horného zhlavia plavebných komôr.

V roku 2018 sa odbagrovalo cca 8 188 m³ sedimentov, ktoré zasahovali do plavebnej dráhy pod dolnou rejdou na ľavej strane odpadového kanála.

ZÁVER

Hlavným účelom VD Gabčíkovo je zabezpečenie medzinárodnej plavebnej cesty, povodňovej ochrany na danom území s bezpečným prevedením povodňových prietokov cez stupeň Čunovo a Gabčíkovo, zabezpečenie výroby elektrickej energie, zdrojov nezávadnej pitnej vody a potrebných odberov povrchových vôd, ako aj ochrana životného prostredia. Pre trvalé plnenie týchto úloh je nevyhnutné aj komplexné riešenie problematiky sedimentov na jednotlivých objektoch VD.

Príspevok bol prezentovaný na IX. konferencii s medzinárodnou účasťou Sedimenty vodných tokov a nádrží 2019 v Šamoríne-Čilistove.

Foto: archív SVP, š. p.

Literatúra:

- [1] Novotný, J., Lehotský, M Grešková, A.: *Súčasný morfológický vývoj medzihrádzového priestoru (Dunaj, Bratislava)*.
- [2] Dokumentácia odstraňovania sedimentov v zdiži Hrušov a návrh ďalšieho postupu riešenia problematiky sedimentácie a kolmatácie – Konzultačná skupina PODZEMNÁ VODA, spol. s r. o.
- [3] Batymetrické merania, Slovenský vodohospodársky podnik, štátny podnik, OZ Bratislava.
- [4] Archív fotografií, zamestnanci Slovenského vodohospodárskeho podniku, OZ Bratislava.

Možnost využití somatických kolifágů při hodnocení mikrobiální kontaminace vod

Ing. Jana Zuzáková, doc. RNDr. Jana Říhová Ambrožová, Ph.D., Bc. Jana Kofroňová

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Fakulta technologie ochrany prostředí

Anotácia

Přítomnost mikrobiální kontaminace je velkým problémem při zajištění zdravotní nezávadnosti vody. Nebezpečné mikroorganismy vyskytující se ve vodách pocházejí často ze střevního traktu teplokrevných živočichů v podobě fekálního znečištění. Detekce tohoto typu znečištění je tedy velmi důležitá. K tomuto účelu slouží indikátory fekálního znečištění, které byly v této práci diskutovány. Pro některé z nich byly experimentálně vyzkoušeny metody stanovení na vzorcích z čistíren odpadních vod a na vzorku šedé vody dle platných norem. Hlavními diskutovanými organismy byly bakteriofágy jako možné nové indikátory fekálního znečištění. Ze skupiny bakteriofágů byly experimentálně stanoveny somatické kolifágy.

MONITORING KVALITY VODY

Přítomnost mikrobiální kontaminace je velkým problémem při zajištění zdravotní nezávadnosti jakéhokoliv typu vody, která se dostává do přímého i nepřímého kontaktu s živým organismem. V posledních letech dochází ke snižování zásob vody využitelné člověkem a vhodným řešením tohoto problému může být kromě posílení metod úpravy vody anebo jejího předčištění i využití např. šedých vod. Problémem veškerých vod, včetně těch šedých, je právě míra mikrobiálního znečištění, od kterého se odvíjejí případná zdravotní rizika. Vzhledem k tomu, že člověk je ve styku s vodou každý den, je potřeba zajistit její zdravotní nezávadnost při akutní i chronické expozici, zejména z hlediska mikrobiální kontaminace. Nebezpečné mikroorganismy, které se ve vodách většinou vyskytují, pocházejí ze střevního traktu teplokrevných živočichů, proto je na ně nahlíženo jako na indikátory fekálního znečištění. Některé mikroorganismy, využívající se k posouzení hygienických rizik, samy o sobě příliš nebezpečné nejsou, ale mohou poukazovat na přítomnost jiného, nebezpečného organismu nebo určitého druhu znečištění.

Případů havárií z minulosti a jejich vhodného i nevhodného řešení je celá řada. V roce 2000 přiotrávil majitel menšího vodovodu své zákazníky vodou se špatnou dezinfekcí. Použití této dezinfekce mu potvrdil pracovník hygienické stanice. Využil přípravek, kterým se dezinfikují a umývají biologicky znečištěné povrchy, obsahující tenzidy a anorganické látky [1]. Příkladem mediálně známé havárie v České republice je epidemie z května roku 2015, kdy došlo v pražských Dejvicích k mikrobiální kontaminaci vody. Přiváděcí řád procházel opravami a na jeho konci došlo k nahromadění odpadní vody prasklinou, když byl vyprazdňován a nedokonale propláchnut. Nemocných bylo okolo 11 tisíc. V Prachatické nemocnici se v říjnu 2015 znečistil vrt pitné vody. Odpadní voda prosákla do pitné vody vlivem zanedbané údržby kanalizace. Dalším příkladem havárie způsobené mikrobiální kontaminací byla zasažená studna u Jankova u Votic z prosince 2015. Do této studny se dostalo fekální znečištění spláchnutím

z pole, na kterém se pásala hospodářská zvířata [2]. Předcházet těmto haváriím je možné dodržováním správné provozní a výrobní praxe. Jistým řešením je požadavek na zpracování rizik dle přílohy č. 8 Vyhlášky č. 252/2004 Sb.

Detekce fekálního znečištění vody je majoritní a značně důležitá. Běžně monitorovanými mikroorganismy v hygieně vody jsou koliformní bakterie, termotolerantní koliformní bakterie a z nich především *Escherichia coli*, intestinální enterokoky a anaerobní klostridia. Pro posouzení rizik se v souladu s Vyhláškou č. 252/2004 Sb. (v platném znění ve smyslu pozdějších dodatků) z mikrobiologického hlediska využívají další pomocné mikroorganismy. Těmito mikroorganismy jsou například enteroviry, bakterie rodu *Campylobacter* (referenční enterické patogeny) anebo bakterie druhu *Legionella pneumophila* (referenční patogen pro patogeny v distribuční síti). V posledním návrhu revize monitorovaných mikroorganismů, v souvislosti s novelou směrnice Rady 98/83/ES o jakosti vody určené k lidské spotřebě, jsou diskutovanými organismy bakteriofágy. Bakteriofágy, speciálně pak somatické kolifágy, jsou zvažovány jako možné další indikátory fekálního znečištění a jsou rovněž možným novým ukazatelem sloužícím k ověřování přítomnosti fekálního znečištění a ke kontrole enterovirů.

VIRY V HYGIENĚ VODY

Viry přežívají ve vodě dlouho a jejich odstranění bývá problematické z hlediska odolnosti vůči biologickým i fyzikálně-chemickým podmínkám. Hlavními zástupci virů přenosných kontaminovanou vodou a s projevenou infekcí jsou adenoviry, astroviry, noroviry, rotaviry, enteroviry (mezi ně patří i polioviry) a viry hepatitidy A a E. Noroviry jsou nejčastější příčinou nebakteriálních střevních infekcí. Pro kojence a malé děti jsou rizikové zejména rotaviry, které u nich způsobují těžké průjmy. Výše zmíněné skupiny virů jsou relativně odolné vůči chlorači, proto je pro dezinfekci lepší využít UV záření nebo ozonizaci. Ze separačních postupů je vhodné využít membránové filtrace. Onemocnění způsobená viry se objevují v rozvojových i vyspělých zemích. U některých zástupců stačí ke způsobení

infekce jednotky nebo desítky částic. Nejčastější cesta infekce vodou přenosných virů je požitím. Příznaky infekce mohou být patrné až po několika týdnech, kdy může dojít k přenosu na více osob. Viry způsobují nejen nevolnosti, ale i závažná onemocnění, která mohou končit smrtí. Nebezpečné jsou zejména pro děti, seniory a osoby se sníženou obranyschopností [3]. Viry jsou nebuněčné organismy využívající výhradně parazitický způsob života. Virus není schopen se sám rozmnožovat, proto využívá hostitelskou buňku a enzymy, kterými je buňka vybavena. Do buňky se dostává jen virová nukleová kyselina, která byla zbavena proteinového obalu těsně před vniknutím. Složitější viry mohou obsahovat i obal pocházející z hostitelských buněk, díky čemuž jsou zprvu v buňce nenápadné. Po vniknutí do hostitelské buňky dochází k replikaci virové nukleové kyseliny, syntéze proteinového obalu a přechodu nových virových částic do další hostitelské buňky [4, 5].

Stanovení virů kultivací může probíhat jen v přítomnosti hostitelských buněk, což bývá značně problematické. Užitečnějšími metodami stanovení virů přenosných vodou jsou molekulárně biologické metody PCR (polymerázová řetězcová reakce). Tyto metody jsou drahé, časově náročné a typ detekce je závislý na typu nukleové kyseliny, kterou je tvořen detekovaný genom. Ve vzorcích vody bývá virů málo, proto se pro analýzu odebírají desítky litrů, které se poté koncentrují. Pro detekci virů jsou stanoveny speciální pracoviště, která se jimi zabývají a výsledky předávají [4, 5].

K detekci enterických virů není vhodné využívat *E. coli* ani koliformní bakterie. Možné je využití nepatogenních virů, tzv. bakteriofágů.

BAKTERIOFÁGY

Bakteriofágy jsou nepatogenní viry, které napadají pouze bakteriální buňky, pomnožují se uvnitř nich a tím dochází k jejich destrukci. Bakteriální hostitel může být specifická bakterie nebo širší spektrum bakterií (tzv. polyvalentní fágy). Každá bakterie je napadána minimálně jedním bakteriofágem. Fágy jsou součástí biotechnologických procesů v životním prostředí, jsou v podstatě kdekoli, kde mají bakteriálního hostitele (např. v nemocnicích, na farmách a jatkách, půdách a ve vodním prostředí zejména v odpadní vodě). Reguluje mikrobiální rozmanitost, aktivitu, tok živin v každém ekosystému a jejich vysoká schopnost adaptace a vývoje z nich dělá nejpočetnější skupinu organismů. Velikost bakteriofágů se pohybuje od 20 do 200 nm. Poprvé byly popsány Fredericem Twortem v roce 1915 a pojmenovány Felixem d'Herellem v roce 1917 [7, 8, 9].

Fágy jsou dobrým ukazatelem v případě nedostatečného čištění odpadních vod nebo úpravy vody [3]. Jsou také slibným indikátorem specifických bakteriálních a virových patogenů zejména v pitné vodě a alternativní biologickou metodou pro čištění odpadních vod. Využívají se pro redukci pěny při použití aktivovaného kalu, redukci a prevenci biofilmů v membránových procesech, v medicíně (léčba diabetických vředů na nohou, léčba kožních problémů, dezinfekce apod.), pro kontrolu a detekci patogenů nacházejících se v potravinách (postřík drůbeže proti salmonelám, prevence proti bakteriálním druhům *E. coli* a bakteriím rodu

Campylobacter), pro prevenci a léčbu rostlinných a zvířecích nemocí, pro prevenci zarůstání studen apod. [8, 10].

Pro membránové procesy, využívající se pro čištění odpadních vod a k produkci pitné vody, je odstranění patogenních virů přenášených vodou (především enterovirů) důležitým parametrem. Pro detekci jsou využívány molekulárně biologické metody (RT-PCR, RealTime-PCR apod.) nebo indikátory fekálního znečištění. Novou možnou metodou je využití bakteriofágů jako indikátorů enterovirů, vázané na jejich vzájemné podobnosti. Oproti jiným technikám je tato metoda levnější a jednodušší. Bakteriofágy zpravidla přes membránu neprocházejí, protože bývají větší než póry membrán, adsorbují se na povrch nebo se vzájemně s membránou odpuzují. Bakteriofágy a jejich účinnost je ovlivňována řadou faktorů, mezi které patří přítomnost koagulantů přidaných v předchozích čistících procesech, přítomnost organických látek, velikost a charakteristika odstraňovaných virů, podmínky prostředí (pH apod.), současnou situaci znečištění a charakteristiky membrány. V případě, že byla membrána chemicky nebo fyzikálně porušena, mohou fágy tento problém detekovat [11]. Možné využití fágů přináší jejich aplikace jako biosenzorů pro detekci patogenů. Biosenzory jsou přístroje složené ze dvou částí. První část je biologická a obsahuje látku (enzym, protilátku apod.) s danou vazností. Druhá část je tvořena zařízením, které transformuje elektrický signál do podoby, kterou jsme schopni vyhodnotit. Tento signál je generován při vzájemném působení biologické látky, která je sledovanému organismu vlastní, a biologické látky v biosenzoru [12, 13].

Pro vodní prostředí je důležitá indikace skupin somatických kolifágů, F-specifických RNA bakteriofágů a bakteriofágů infikující střevní bakterii *Bacteroides fragilis*. Rozdíl je zejména ve způsobu napadení bakteriální buňky. Stanovení těchto skupin je popsáno vhodnými normami.

SOMATICKÉ KOLIFÁGY A JEJICH STANOVENÍ

Somatické kolifágy jsou heterogenní skupinou bakteriálních virů atakující receptory na buněčné stěně hostitele. Přirozeným hostitelem je bakterie *Escherichia coli* a další příbuzné kmeny bakterií. Replikace probíhá nejčastěji ve střevním traktu zvířat, člověka a ve vodním prostředí. Jsou klasifikovány do čeledí *Myoviridae*, *Siphoviridae*, *Podoviridae* a *Microviridae* a jsou vhodné pro operační monitoring. Některé druhy jsou morfologicky podobné adenovirům. Kolifágy jsou v prostředí stabilní, snadno se replikují a kultivační, detekční metody jsou levné a jednoduché na provedení. Jsou možným novým indikátorem fekálního znečištění [11, 14].

Průkaz přítomnosti a kvantitativní stanovení somatických kolifágů se řídí normou ČSN EN ISO 10705-2 [15]. Somatické kolifágy využívané pro analýzu nejsou patogenní, ale je potřeba s nimi pracovat dle platných bezpečnostních předpisů a zajistit, aby nedošlo ke kontaminaci. Použití této metody je vhodné pro matrice všech druhů vod, sedimentů, kalů apod. Vzorky je možné testovat zředěné, nezředěné i zkoncentrované. Kultivační média a činidla se připravují z chemikálií analytické čistoty a ze složek standardní jakosti dle normativních postupů. V destilované nebo demineralizované vodě využívané pro přípravu kultivačních médií nesmí být přítomny látky, které



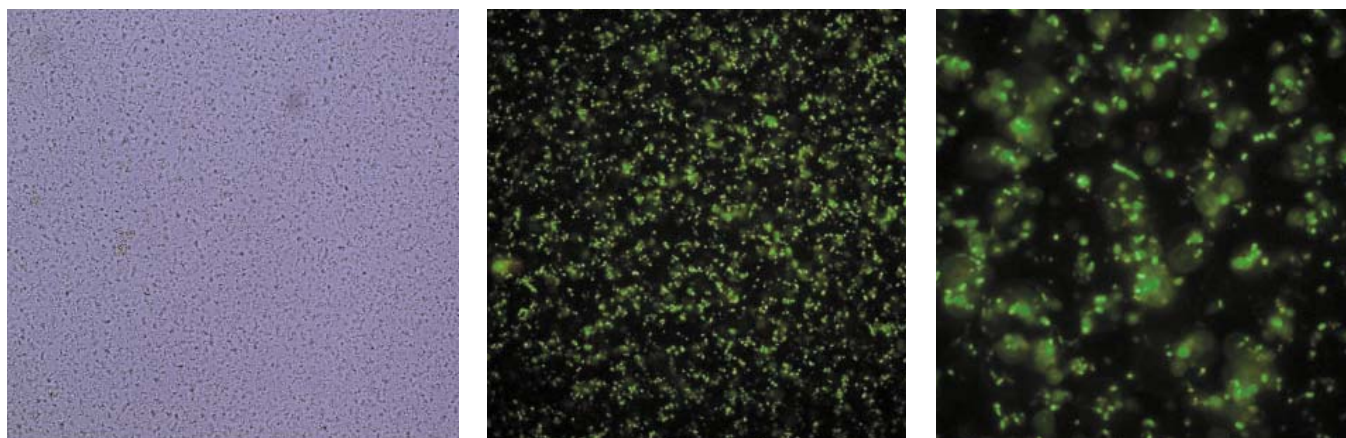
Obr. 1 Vyroslé laktózo-pozitivní kolonie hostitelského kmene *E. coli* CNCTC 5005, miska vlevo na CCA médiu, uprostřed na Endoagaru a miska vpravo na m-FC médiu

by mohly zamezovat správnému bakteriálnímu růstu. K ředění vzorků je vhodné využívat peptonovou vodu s chloridem sodným. Kompletní analýza musí být prováděna ve sterilních podmínkách se sterilním laboratorním vybavením.

Na našem pracovišti VŠCHT ÚTVP Praha jsme se zabývaly možností využití postupu, uvedeném v normě ČSN EN ISO 10705-2, pro detekci somatických kolifágů v různě zatížených vodách. Smyslem naší práce bylo zjištění možností a uplatnění metody specifikované normou pro běžný mikrobiologický monitoring stavu mikrobiální kontaminace/fekálního znečištění povrchových vod (různý stupeň zatížení, odpadní vody, odtoky a přítoky na čistírnu, šedé vody). Speciální kmen bakterie *Escherichia coli*, využívaný jako hostitelský kmen, je např. poskytován Státním zdravotnickým ústavem (SZÚ) v Praze. Jedná se o kmen označený sbírkou SZÚ jako CNCTC 5005.

Postup provedení podle ČSN EN ISO 10705-2 zahrnuje přípravu testovacího materiálu (sbírkový hostitelský kmen *E. coli*), analýzu vzorků stanovením počtu plaků nebo zkouškou přítomnosti, příp. nepřítomnosti a konečné vyhodnocení. Příprava testovacího materiálu spočívá v kultivaci a udržování hostitelských kmenů *E. coli* a stanovení jejich počtu měřením absorbance (zákalu buněčné suspenze při vhodné vlnové délce

590 až 620 nm). Kultivace a udržování hostitelských kmenů zahrnuje postupnou přípravu štokové a pracovní kultury. Pro správnou kultivaci je vhodné protřepávání ve všech fázích, aby došlo ke stejnoměrnému růstu všech buněk. Před prací s jakoukoli fází kultury je vhodné nechat ji dosáhnout laboratorní teploty. Štoková kultura se připravuje smícháním lyofilizovaného referenčního hostitelského kmene s malým objemem modifikovaného Scholtensova média (MSB) a následnou inkubací při teplotě 36 °C trvající alespoň 20 h. Ze štokové kultury je před mikrobiologickou zkouškou připravována pracovní kultura. Aby se předešlo kontaminacím a další nevhodné manipulaci s hostitelským kmenem, je žádoucí ke štokové kultuře přidat odpovídající objem sterilního glycerolu, rozpipetovat do menších zkumavek (typ Eppendorf) a zamrazit. Takto upravenou inokulační kulturu hostitelského kmene *E. coli* je možné uchovávat po dobu minimálně dvou let. Před vlastní mikrobiologickou analýzou vzorku na potenciální přítomnost kolifágů se doporučuje den předem oživit štokovou kulturu postupem rozočkování obsahu Eppendorf zkumavky na povrch živného média s laktózou (Endoagar, m-FC agar, CCA médium nebo McConkeyho agar). Po cca 24 h kultivaci při teplotě 36 °C se z pevného média odeberou kličkou vyrostlé



Obr. 2 Oživené buňky bakterií hostitelského kmene *E. coli* CNCTC 5005, snímek vlevo pod světelným mikroskopem při 40x zvětšení objektivu, snímek uprostřed pod fluorescenčním nástavcem a obarvení LIVE/DEAD kitem při 40x zvětšení objektivu a snímek vpravo při 100x zvětšení objektivu, kdy zelená barva signalizuje živé buňky bakterií, červeno-oranžová indikuje nemetabolizující buňky

laktóza-pozitivní kolonie (viz obr. 1) do větších (50 ml) zkumavek obsahujících MSB médium a při teplotě do 38 °C alespoň po dobu 5 h (ve vodní lázni např.) nechají namnožit na požadovanou koncentraci.

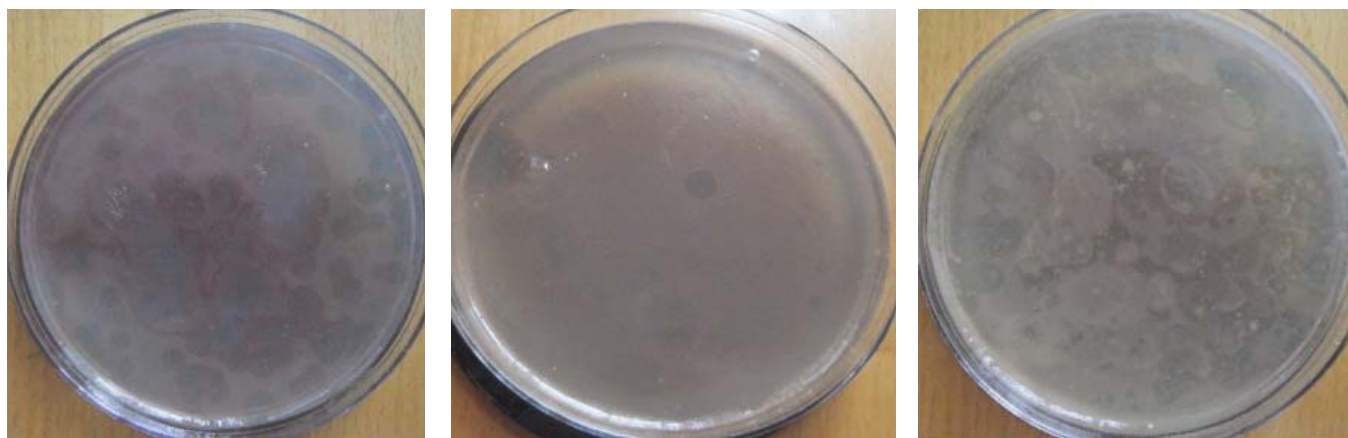
Pro zjištění koncentrace vitálních buněk bakterií se využívá metody měření zákalu suspenze prostřednictvím spektrofotometrického měření absorbance, popř. kontrolovat jejich vitalitu mikroskopicky s použitím LIVE/DEAD kitu (viz obr. 2). V případě, kdy je hodnota absorbance ekvivalentní hustotě buněk 10^8 KTJ/ml, je možné ji tentýž den použít pro stanovení přítomnosti kolifágů ve vzorku.

Pro stanovení přítomnosti/nepřítomnosti somatických kolifágů se využívá postup dvouvrstvé kultivace, při které je základním živným médiem tzv. kompletní Scholtensovo MSA médium, které je předem rozlité a zatuhnuté v Petriho miskách (velké, průměr 90 mm). Před vlastní zkouškou se ponechají Petriho misky s kompletním MSA médiem vytemperovat na laboratorní teplotu. Ve vodní lázni při teplotě cca 38–43 °C ve větší zkumavce (např. 50 ml) ponechá temperovat polotekutou ssMSA Scholtensovou médium (obsahující chlorid vápenatý). Do jednotlivě označených sterilních bakteriologických zkumavek se postupně napipetuje 2,5 ml ssMSA média a k němu 1 ml inokulační kultury hostitelského kmene *E. coli* a 1 ml analyzovaného vzorku. Protože může docházet k rychlému tuhnutí směsi ssMSA, kmene a vzorku, je zapotřebí pracovat velmi rychle a zároveň přesně. Směs je vhodné velmi rychle protřepat (vortexovat) a následně jejím obsahem převrstvit povrch kompletního média MSA v Petriho misce. Po zatuhnutí se misky v závěsné poloze inkubují při 36 °C po dobu 18 h. Po inkubaci následuje vyhodnocení. Somatické kolifágy tvoří viditelné plaky, které se odečítají a následně vyjadřují jako počet plaky tvořících jednotek (PTJ) v objemové jednotce (viz obr. 3). V případě stanovení vzorků s nízkým počtem fágů je postup mírně modifikován, zejména množstvím přidaných látek. Při vysoké hladině doprovodné mikroflóry se využívá ke stanovení speciální inokulační kultura a k médiu ssMSA se přidává nalidixová kyselina. Pro zkoušku přítomnosti, příp. nepřítomnosti se k zajištění jakosti využívá kontrolního vzorku s referenční kulturou bakteriofágů o koncentraci 5 PTJ/ml.

PROBLÉMY ŘEŠENÉ PŘI STANOVENÍ BAKTERIOFÁGŮ VE VODÁCH

Stanovení somatických kolifágů bylo v našem případě, až na několik drobných modifikací, provedeno dle platné normy (použité objemy, práce s kmenem apod.). Použitým hostitelským kmenem pro stanovení byl kmen bakterie druhu *Escherichia coli* CNCTC 5005 ze sbírky mikroorganismů SZÚ Praha ve zkumavkách s označením EC 560/89. Kmen byl oživen, vložen do mrazáku a použit pro testování. Část kmene byla odebrána a kultivována na různých médiích s laktózou pro posouzení vitality buněk. Nejprve byla vitalita a vzhled buněk bakterií zjišťován pod fluorescenčním mikroskopem, kde bylo patrné vyšší množství živých buněk připravených kultivací na různých médiích oproti původní oživené kultuře uchovávané v mrazáku. Z hlediska médií, pro oživení a subkultivaci kmene, se jako nejvhodnější ukázalo m-FC médium. Vitalita byla zjištěna experimentálně dle normy. Při přípravě kompletního média se po přidání roztoku chloridu hořečnatého k základnímu médiu objevovaly hrudky z důvodu rychlého tuhnutí. Možným řešením je použití nižší dávky agaru, rovněž tak je vhodné využít vyšší teplotu vodní lázně pro inkubaci hostitelského kmene (až 45 °C). Rovněž tak se i při stanovení osvědčilo nejprve do bakteriologických sterilních zkumavek umístěných na vodní lázni aplikovat 1 ml vzorku, 1 ml inokulační kultury a teprve až poté 2,5 ml ssMSA média. Takto připravená směs byla protřepána jen ručně (nezvortexována) a rychle nalita na kompletní médium MSA v Petriho miskách. Vzhledem k absenci hrudek bylo možné směs rozvrstvit po celém povrchu a po inkubaci byly odečteny na některých miskách vytvořené plaky. Plaky nebyly pozorovány zejména ve vzorcích přítoků z důvodu přítomnosti vyššího množství doprovodné mikroflóry. Tento vliv by mohl být snížen přidáním nalidixové kyseliny nebo naředěním vzorku.

V odebíraných vzorcích povrchových vod je často koncentrace fágů velmi nízká. Využití malých objemů vzorků může tedy vést k nezjištění jejich přítomnosti. Použití spolehlivé metody zkoncentrování před samotnou analýzou může účinnost detekce výrazně zlepšit. Pro stanovení je určitá minimální



Obr. 3 Stanovení PTJ na vzorcích povrchových vod s doprovodnou mikroflórou a vysokou fekální kontaminací, snímek vlevo a uprostřed s poměrně dobře pozorovatelnými plaky somatických kolifágů, vpravo s vysokým počtem doprovodné mikroflóry a obtížně pozorovatelnými plaky (v tomto případě je vhodné přidávat při stanovení nalidixovou kyselinu)

koncentrace potřebná, a proto se provádí vhodné zkoncentrování před započítáním samotné analýzy. Postup provedení je specifikován např. normou EN ISO 10705-3 [16]. Tento standard je obecným postupem pro bakteriofágy a je doporučen pro vzorky obsahující méně než 3 PTJ/ml. Použití není vázáno na typ vzorku vody a usazeniny nebo rozpuštěné látky koncentrační metody neovlivňují. Zkoncentrování se řídí výběrem vhodné metody, kterou dojde ke zkoncentrování bakteriofágů ze vzorku o větším objemu do objemu menšího. Doporučené metody se vybírají na základě objemu vzorku, obsahu částic nebo zákalu. Příklady doporučených metod jsou uvedeny v příloze normy a patří mezi ně adsorpční, příp. eluční metody využívající elektropozitivních filtrů, membránové filtrace a flokulace s hydroxidem hořečnatým.

ZÁVĚR

Indikace fekálního znečištění je důležitým nástrojem pro zajištění zdravotní nezávadnosti vody. V poslední době se naše pozornost přesouvá na další možné indikátorové organismy, kterými mohou být např. bakteriofágy (somatické

kolidágy). V rámci dalších výzkumů by se mohly bakteriofágy ukázat jako indikátory různých patogenních mikroorganismů včetně těch spojených s fekálním znečištěním. V rámci naší práce v laboratoři byla experimentálně provedena stanovení různých indikátorů fekálního znečištění na vzorcích z přítoků a odtoků čistíren odpadních vod, různě kontaminovaných povrchových vod a šedých vod. Postup zkoušky byl mírně optimalizován, protože dle platné normy se v průběhu zkoušky vyskytly drobné problémy znemožňující správnou detekci. Pro další stanovení by bylo vhodné využít tohoto optimalizovaného postupu a případně doplnit detaily do již zavedeného postupu. Pro některé vzorky byly zjištěny počty PTJ na miskách, což vedlo k detekci přítomnosti kolidágů jako případných indikátorů fekálního znečištění. Výsledky získané stanovením bakterií z čeledi *Enterobacteriaceae* a kultivovatelných mikroorganismů dle platných norem nevykazovaly žádné odchylky od očekávaných výsledků.

Poděkování: *Financováno z účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum (MŠMT č. 21-SVV/2019), IGA projekt 217881902.*

Literatúra:

- [1] Kožíšek, F., Kos, J., Pumann, P.: *Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství*. 2nd ed.; SZÚ, Praha 2007.
- [2] Kožíšek, F.: Mediálně známé havárie a epidemie na vodovodech v ČR v období 2014 – 2015: jaké jsou jejich příčiny a co nám mají říci. In Říhová Ambrožová, J., Petráková Kánská, K., eds.: *Vodárenská biologie 2016: sborník konference*: 3. – 4. 2. 2016, Praha – Chrudim, Vodní zdroje – Ekomonitor 2016, s. 34 – 41.
- [3] WHO, Revision of Annex I of the Council Directive on the Quality of Water Intended for Human Consumption (Drinking Water Directive), Background paper on microbiologically safe water and microbiological parameters [15 Sept. 2016].
- [4] Baudišová, D.: *Metody mikrobiologického rozboru vody. Příručka pro hydroanalytické laboratoře*. 1st ed.; Výzkum pro praxi, sešit 65; VÚV T. G. M, Praha 2017.
- [5] Říhová Ambrožová, J., Vejmelková, D., Čiháková, P.: *Technická mikrobiologie a hydrobiologie*. Vydavatelství VŠCHT, Praha 2017.
- [6] Vašíčková, P., Hrdý, J., Kubánková, M., Mikel, P.: Stanovení virových agens ve vodě – od odběru vzorku až k interpretaci výsledků. Sbor. konf. *Vodárenská biologie 2017*. Praha 1. – 2. 2. 2017, 40 – 45.
- [7] Withey, S., Cartmell, E., Avery, L. M., Stephenson, T.: Bacteriophages – Potential for Application in Wastewater Treatment Processes. In *Sci. Total Environ*, 2005, 339 (1 – 3), 1 – 18. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.09.021>.
- [8] Jassim, S. A. A., Limoges, R. G., El-Cheikh, H.: Bacteriophage Biocontrol in Wastewater Treatment. In *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 2016, 32 (4), 1 – 10. <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2028-1>.
- [9] Shapiro, O. H., Kushmaro, A.: Bacteriophage Ecology in Environmental Biotechnology Processes. In *Curr. Opin. Biotechnol.* 2011, 22 (3), 449 – 455. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2011.01.012>.
- [10] Goldman, G., Starosvetsky, J., Armon, R.: Inhibition of Biofilm Formation on UF Membrane by Use of Specific Bacteriophages. In *J. Memb. Sci.* 2009, 342 (1 – 2), 145 – 152. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2009.06.036>.
- [11] Wu, B., Wang, R., Fane, A. G.: The Roles of Bacteriophages in Membrane-Based Water and Wastewater Treatment Processes: A Review. In *Water Res.* 2017, 110, 120 – 132. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.12.004>.
- [12] Sharma, S., Chatterjee, S., Datta, S., Prasad, R., Dubey, D., Prasad, R. K., Vairale, M. G.: Bacteriophages and Its Applications: An Overview. In *Folia Microbiol (Praha)*, 2017, 62 (1), 17 – 55. <https://doi.org/10.1007/s12223-016-0471-x>.
- [13] Zuzáková, J., Říhová Ambrožová J., Vejmelková D., Effenberg R., Ledvína M.: Online biosenzory při hledání kontaminace pitné vody. Sbor. konf. *Vodárenská biologie 2018*. Praha 6. – 7. 2. 2018, s. 37 – 42, ISBN 978-80-88238-06-5.
- [14] McMinn, B. R., Huff, E. M., Rhodes, E. R., Korajick, A.: Concentration and Quantification of Somatic and F+ Coliphages from Recreational Waters. In *J. Virol. Methods* 2017, 249 (August), 58–65. <https://doi.org/10.1016/j.jviro-met.2017.08.006>.
- [15] ČSN EN ISO 10705-2. *Jakost vod – Průkaz přítomnosti a kvantitativní stanovení bakteriofágů – Část 2: Kvantitativní stanovení somatických kolidágů*. Praha, ÚNMZ 2002. 20 p.
- [16] ISO 10705-3. *Water quality – Detection and enumeration of bacteriophages – Part 3: Validation of methods for concentration of bacteriophages from water*. Geneva, ISO 2003. 13 p.

Informácie o nových STN

Mgr. Daša Borovská

Výskumný ústav vodného hospodárstva

V marci a apríli 2020 vyšli v oblasti vodného hospodárstva tieto slovenské technické normy:

STN EN ISO 22125-1: 2020 (75 7624) Kvalita vody. Technécium 99. Časť 1: Kvapalinová scintilačná skúšobná metóda
Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN ISO 22125-2: 2020 (75 7624) Kvalita vody. Technécium 99. Časť 2: Skúšobná metóda s použitím hmotnostnej

spektrometrie s indukčne viazanou plazmou (ICP-MS)
Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN 17277: 2020 (75 1313) Hydrometria. Požiadavky na meranie a klasifikácia prístrojov na meranie intenzity zrážok
Norma vyšla v anglickom jazyku.



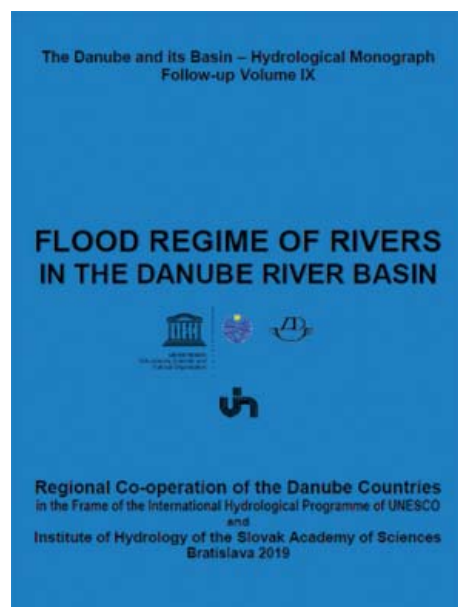
Dunaj pretekajúci Bratislavou, archív SVP, š. p.

Predstavujeme vám knihu

“Flood regime of rivers in the Danube River basin”

Režim povodní v povodí rieky Dunaj

RNDr. Pavla Pekárová, DrSc., RNDr. Pavol Miklánek, CSc.,
Ústav hydrológie SAV



Koncom roku 2019 vyšla v Ústave hydrológie SAV na základe Regionálnej spolupráce podunajských krajín (v rámci Medzinárodného hydrologického programu UNESCO) monografia **Flood regime of rivers in the Danube River basin**. Táto monografia je výsledkom dlhoročnej spolupráce širokého okruhu hydroológov z 11 krajín v povodí Dunaja.

HLAVNÝ PRÍNOS PREDLOŽENEJ PRÁCE

- vytvorenie jednotnej databázy radov priemerných denných prietokov a radov maximálnych ročných prietokov z vyše 80 staníc z povodia Dunaja;
- jednotná metodika spracovania všetkých zozbieraných údajov z celého povodia Dunaja.

Monografia má 215 strán tlačeneho textu plus 527 strán príloh na príloženom CD. Práca je rozdelená do 9 kapitol, na ktorých spracovaní sa podieľalo 29 autorov z 11 podunajských štátov.

KAPITOLY

1. Databáza priemerných denných prietokov a radov maximálnych ročných prietokov;
2. História povodní a šírenie povodní po toku Dunaja;
3. Analýza homogenity ročných časových radov prietokov;
4. Analýza cyklickosti a dlhodobých trendov radov priemerných ročných prietokov a maximálnych ročných prietokov;
5. Analýza mesačného režimu prietokov a jeho zmeny v povodí Dunaja;
6. Štatistická analýza maximálnych ročných prietokov;
7. Stretávanie sa povodňových vln na Dunaji a jeho hlavných prítokoch;
8. Návrhové povodňové vlny na Dunaji po dĺžke toku a na jeho prítokoch;
9. Regionalizácia režimu odtoku na základe povodňových prietokov a iných hydrologických charakteristických vlastností odtoku použitím kopula funkcií.

V prvej kapitole je opísaná tvorba databázy časových radov priemerných denných prietokov a radov maximálnych ročných prietokov. Na toku Dunaja sa určilo 20 staníc s radmi kvalitných pozorovaní. Na prítokoch Dunaja experti z jednotlivých krajín vybrali 65 staníc prednostne z profilov, ktoré nie sú narušené ľudskou činnosťou a existujú v nich čo najdlhšie rady neprerušovaných pozorovaní (od roku 1931 a skôr).

PRÍLOHY

- PRÍLOHA I.1 – Analýza denných prietokov
 - PRÍLOHA I.2 – Analýza ročných prietokov
 - PRÍLOHA I.3 – Analýza maximálnych ročných prietokov
 - PRÍLOHA III – Analýza homogenity radov prietokov
 - PRÍLOHA V – Analýza mesačných prietokov
 - PRÍLOHA VI – Návrhové hodnoty maximálnych ročných prietokov podľa LP3 distribučnej funkcie
 - PRÍLOHA VII – Stretávanie sa maximálnych povodňových prietokov na Dunaji
 - PRÍLOHA VIII – Teoretické povodňové vlny
- Pekárová, P., Miklánek, P. (eds.), 2019. Flood regime of rivers in the Danube River basin. Follow-up volume IX of the Regional Co-operation of the Danube Countries in IHP UNESCO. IH SAS, Bratislava, 215 p. + 527 p. app., DOI: <https://doi.org/10.31577/2019.9788089139460>.

NÁZOV

FLOOD REGIME OF RIVERS IN THE DANUBE RIVER BASIN

EDITORI

Pavla Pekárová and Pavol Miklánek

AUTORI

Pavla Pekárová, Pavol Miklánek, Stevan Prohaska, Petr Janál, Jörg Uwe Belz, Radu Drobot, Mitja Brilly, Ján Pekár, Dana Halmová, Veronika Bačová Mitková, Jakub Mészáros, Marcel Garaj, Nejc Bezak, Aurelian Florentin Draghia, Ole Rössler, Martin Morlot, Liudmyla Gorbachova, Aleksandra Ilić, Maria Larina-Pooth, Danko Biondić, Mira Kobold, Esena Kupusović, Michael Mürlebach, Eva Soukalová, Gábor Bálint, Peter Škoda, Philipp Stanzel, Mojca Šraj, Sorin Teodor

Text monografie a príloh je dostupný na vyššie uvedenom DOI, ako aj na adrese <http://www.ih.sav.sk/danubeflood>.

